

JAERI-M

7720

Zr-H₂O反応のシミュレーションコード
PRECIP - IIの開発と計算結果および実
験値との比較

1978年6月

鈴木元衛・川崎 了・古田照夫

この報告書は、日本原子力研究所が JAERI-M レポートとして、不定期に刊行している研究報告書です。入手、複製などのお問い合わせは、日本原子力研究所技術情報部（茨城県那珂郡東海村）あて、お申しこしください。

JAERI-M reports, issued irregularly, describe the results of research works carried out in JAERI. Inquiries about the availability of reports and their reproduction should be addressed to Division of Technical Information, Japan Atomic Energy Research Institute, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken, Japan.

Zr-H₂O 反応のシミュレーションコード
PRECIP-II の開発と計算結果および実験
値との比較

日本原子力研究所東海研究所安全工学部
鈴木元衛・川崎 了・古田照夫

(1978年5月23日受理)

ジルカロイ被覆管の水蒸気による酸化反応を計算するコンピュータコードPRECIP-IIを開発した。このコードは、SIMTRAN-Iの改良・拡張バージョンであり、主たる改良点としては、

- (1) 被覆管温度が下降している場合の、 α - β 相境界の境界条件処理法の修正
- (2) 時間メッシュの制御法の修正
- (3) 入力するパラメータの増大、および出力形式の改良

である。これによって、冷却材喪失事故時の被覆管温度履歴を含むより広範な温度変化のパターンに対して、物理的に妥当な計算を実行することが可能となった。このコードを用いた計算値における重量増、酸化物、 α 相の厚みを、それぞれ実験値と比較検討した。

等温酸化反応において計算値が実験値にできる限り近づくように物性値を修正した後、時間的に変化する温度履歴に沿って計算を行った。その結果を実験値と比較したところ、両者の差は大部分がほぼ±10%以内におさまった。また、一部の試料に対しては扁平試験によって延性変化に対する徐冷の効果を調べたが、わずかな差を持つ傾向が認められた。

Computer code PRECIP-II for the calculation of
Zr-Steam reaction — Comparison of calculation
and experiment —

Motoye SUZUKI, Satoru KAWASAKI, and Teruo FURUTA
Division of Reactor Safety, Tokai Research Establishment, JAERI
(Received May 23, 1978)

The computer code PRECIP-II developed, a modification of S.Malang's SIMTRAN-I, is to calculate Zr-Steam reaction under LOCA conditions.

Improved are the following:

1. treatment of boundary conditions at alpha/beta phase interface during temperature decrease.
2. method of time-mesh control.
3. number of input-controllable parameters, and output format.

These improvements made possible physically reasonable calculations for an increased number of temperature history patterns, including the cladding temperature excursion assumed during LOCA.

Calculations were made along various transient temperature histories, with the parameters so modified as to enable fitting of numerical results of weight gain, oxide thickness and alpha phase thickness in isothermal reactions to the experimental data.

Then the computed results were compared with the corresponding experimental values, which revealed that most of the differences lie within $\pm 10\%$.

Slow cooling effect on ductility change of Zircaloy-4 was investigated with some of the oxidized specimens by a ring compression test; the effect is only slight.

Keywords: LOCA, Zircaloy-Steam Reaction, PRECIP-II Code, Weight gain, Oxide Thickness, Alpha phase thickness, Verification, Ductility

目 次

1. 緒 言	1
2. PRECIP-II の由来	1
2.1 PRECIP-II の由来	1
2.2 他の, $Zr-H_2O$ 反応のコード	1
3. PRECIP-II のモデルおよび改良点	2
3.1 計算対象	2
3.2 モデルと計算方法	2
3.3 境界条件の取り扱い法 (原則)	3
3.4 温度下降時の境界条件処理法	4
3.4.1 酸素過飽和の取り扱い	5
3.4.2 β 相 $\alpha - \beta$ 相境界濃度の設定	5
3.4.3 α 相 $\alpha - \beta$ 相境界濃度の設定	6
3.5 時間メッシュの制御法の修正	6
3.6 その他の改良点	6
3.6.1 インプットについて	6
3.6.2 アウトプットについて	6
3.7 物性値およびパラメーター	7
3.7.1 平衡酸素濃度 (擬二元系状態図)	7
3.7.2 酸素の拡散定数	8
3.7.3 密 度	8
4. 実 験	8
4.1 方 法	8
4.2 温度測定に関する問題	9
5. 計 算	9
5.1 平衡酸素濃度と酸素の拡散定数	9
5.2 温度降下時における境界条件	11
5.3 温度履歴	12
6. 結 果	12
7. 考 察	13
7.1 実験値と計算値の差を作る諸要因	13
7.1.1 実験上の要因	13
7.1.2 計算上の諸要因	14
7.1.3 物性値とパラメーターの妥当性	14
7.2 実験値と計算値の差の性格	14

7.3 酸化した試料の延性変化	15
7.4 酸素濃度分布の実測について	15
8. 結 論	15
謝 辞	16
References	17
Table	19
Figure	26
Photograph	40
A.1 入力マニュアル	53
A.2 変数単位表	57
A.3 サンプル計算出力例	58
A.4 プログラムリスト	63

1. 緒 言

軽水炉の冷却材喪失事故において、燃料棒被覆管のジルカロイは、水蒸気と反応し、酸化する。この反応は、およそ 800°C 以上において顕著に進行するが、特に約 900°C 以上においては、外側に ZrO_2 層、そのすぐ内側に酸素の多い α 相、さらにその内側に酸素の少ない β 相が相接し、酸素が外側から内側へと拡散侵入する形で進行する。LOCA時のジルカロイ被覆管の延性は、この β 相ジルカロイの延性に依存するが、酸素によるその延性低下については、 β 相の厚み及び酸素濃度分布に依存することが従来の研究例において報告されている。これは、延性低下が冷却材喪失事故発生の時点から再冠水までのジルカロイ被覆管の温度履歴に依存することを意味する。

こうした、かなり急激な温度変化をするジルカロイ被覆管がどの程度まで水蒸気と酸化し、 β 相の酸素濃度分布がどのようになるかを定量的に評価することは、延性変化を予測する上で必要なことである。本研究では、ジルカロイ被覆管と水蒸気との反応を模擬する計算機コードPRECIP-IIを開発し、多数の温度履歴に沿った計算を行い、実験値との比較検討を試みた。

2. PRECIP-IIの由来

2.1 PRECIP-IIの由来

PRECIP-IIは、PRECIP-Iとともに、S. MalangによるSIMTRAN-I⁽¹⁾の改良・拡張バージョンである。1976年末に、SIMTRAN-Iの最初の改良バージョンPRECIP-Iを完成させた。このコードは、基本的な構造、機能をSIMTRAN-Iから引きつぎ、さらに、反応温度降下時の境界条件処理法に改良を加えたものであり、種々のテスト計算および一部の実験データとの比較を行った⁽²⁾。その過程の中で、さらに改良すべき点を見出し、幾つかの機能をつけ加えて完成したのが、本研究におけるPRECIP-IIである。PRECIPの名は、 β 相中の α 相の析出(Precipitation)に由来している。したがって、このコードは、基本的構造をSIMTRAN-Iから受けつぎ、より多様な温度履歴に対し、より妥当な計算を行い、かつ、計算上の便宜をもはかるようなインプット、アウトプット形式で計算に応じるといふ能力を持っている。

2.2 他の、 $\text{Zr-H}_2\text{O}$ 反応のコード

燃料棒の安全解析用コードにおいては、 $\text{Zr-H}_2\text{O}$ 反応は必ず取り扱われ、その計算コードの一部に組み込まれている。また、それ以外でも、ジルカロイ被覆管の挙動を解析するコードでは、 $\text{Zr-H}_2\text{O}$ 反応はほとんどの場合取り扱われている。しかし、これらのコードにおいては、 $\text{Zr-H}_2\text{O}$ 反応の計算自体が主目的というわけではなく、解析すべき現象の一部としてのみ $\text{Zr-H}_2\text{O}$ 反応を考えているのであり、したがって、 $\text{Zr-H}_2\text{O}$ 反応を解析・模擬するというより、酸化速

1. 緒 言

軽水炉の冷却材喪失事故において、燃料棒被覆管のジルカロイは、水蒸気と反応し、酸化する。この反応は、およそ 800°C 以上において顕著に進行するが、特に約 900°C 以上においては、外側に ZrO_2 層、そのすぐ内側に酸素の多い α 相、さらにその内側に酸素の少ない β 相が相接し、酸素が外側から内側へと拡散侵入する形で進行する。LOCA時のジルカロイ被覆管の延性は、この β 相ジルカロイの延性に依存するが、酸素によるその延性低下については、 β 相の厚み及び酸素濃度分布に依存することが従来の研究例において報告されている。これは、延性低下が冷却材喪失事故発生の時点から再冠水までのジルカロイ被覆管の温度履歴に依存することを意味する。

こうした、かなり急激な温度変化をするジルカロイ被覆管がどの程度まで水蒸気と酸化し、 β 相の酸素濃度分布がどのようになるかを定量的に評価することは、延性変化を予測する上で必要なことである。本研究では、ジルカロイ被覆管と水蒸気との反応を模擬する計算機コードPRECIP-IIを開発し、多数の温度履歴に沿った計算を行い、実験値との比較検討を試みた。

2. PRECIP-IIの由来

2.1 PRECIP-IIの由来

PRECIP-IIは、PRECIP-Iとともに、S. MalangによるSIMTRAN-I⁽¹⁾の改良・拡張バージョンである。1976年末に、SIMTRAN-Iの最初の改良バージョンPRECIP-Iを完成させた。このコードは、基本的な構造、機能をSIMTRAN-Iから引きつぎ、さらに、反応温度降下時の境界条件処理法に改良を加えたものであり、種々のテスト計算および一部の実験データとの比較を行った⁽²⁾。その過程の中で、さらに改良すべき点を見出し、幾つかの機能をつけ加えて完成したのが、本研究におけるPRECIP-IIである。PRECIPの名は、 β 相中の α 相の析出(Precipitation)に由来している。したがって、このコードは、基本的構造をSIMTRAN-Iから受けつぎ、より多様な温度履歴に対し、より妥当な計算を行い、かつ、計算上の便宜をもはかるようなインプット、アウトプット形式で計算に応じるという能力を持っている。

2.2 他の、 $\text{Zr-H}_2\text{O}$ 反応のコード

燃料棒の安全解析用コードにおいては、 $\text{Zr-H}_2\text{O}$ 反応は必ず取り扱われ、その計算コードの一部に組み込まれている。また、それ以外でも、ジルカロイ被覆管の挙動を解析するコードでは、 $\text{Zr-H}_2\text{O}$ 反応はほとんどの場合取り扱われている。しかし、これらのコードにおいては、 $\text{Zr-H}_2\text{O}$ 反応の計算自体が主目的というわけではなく、解析すべき現象の一部としてのみ $\text{Zr-H}_2\text{O}$ 反応を考えているのであり、したがって、 $\text{Zr-H}_2\text{O}$ 反応を解析・模擬するというより、酸化速

度が放物線則に乗るという反応の単純なモデルを仮定して計算を行っているにすぎない。

一方、Zr-H₂O 反応それ自体を解析・模擬の対象とするコードは、現在のところ、SIMTRAN-I と PRECIP, ZORO, および筆者の作った簡単なコード TRANOX, DIFFUS, PARABO がある。ZORO は、SIMTRAN-I と、機能上は似たコードである。

3. PRECIP-II のモデルおよび改良点

3.1 計算対象

Fig. 1 は、本コードのインプットパラメーター、アウトプット、内蔵物性値、および計算対象たる酸化反応系の説明である。水蒸気酸化を、一本のジルカロイ被覆管に限り、この軸方向単位長について、半径方向一次元の計算が行なわれる。

3.2 モデルと計算方法

ジルカロイ被覆管は円筒であるので、本コードでは円筒座標系を用いている。しかし、簡単のため、直交座標系一次元における説明をする。⁽¹⁾ 計算すべきことは、被覆管を軸方向に平行に、中心軸を通る平面で切った場合の断面における、半径方向の酸素濃度分布および温度分布である。その他の計算は、前二者の計算遂行のための物性値計算や、補足的計算である。

基礎式は、

$$\frac{\partial C}{\partial t} = D \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} \quad (3-1)$$

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \alpha \cdot \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} \quad (3-2)$$

ここで、
 x : 距離
 t : 時間
 C : 酸素濃度
 T : 温度
 D : 酸素の拡散定数
 α : 熱伝達率

である。

次に、式 (3-1), (3-2) は、差分方程式に変換されて、数値計算される。すなわち、

$$\frac{C_n^* - C_n}{\Delta t} \cdot V_n = L_{c, n, n-1} (C_{n-1} - C_n) + L_{c, n, n+1} (C_{n+1} - C_n) \quad (3-3)$$

$$\frac{T_n^* - T_n}{\Delta t} (\rho \cdot C_p \cdot V)_n = L_{t, n, n-1} (T_{n-1} - T_n) + L_{t, n, n+1} (T_{n+1} - T_n) + q \quad (3-4)$$

度が放物線則に乗るという反応の単純なモデルを仮定して計算を行っているにすぎない。

一方、 $Zr-H_2O$ 反応それ自体を解析・模擬の対象とするコードは、現在のところ、SIMTRAN-I と PRECIP, ZORO, および筆者の作った簡単なコード TRANOX, DIFFUS, PARABO がある。ZORO は、SIMTRAN-I と、機能上は似たコードである。

3. PRECIP-II のモデルおよび改良点

3.1 計算対象

Fig. 1 は、本コードのインプットパラメーター、アウトプット、内蔵物性値、および計算対象たる酸化反応系の説明である。水蒸気酸化を、一本のジルカロイ被覆管に限り、この軸方向単位長について、半径方向一次元の計算が行なわれる。

3.2 モデルと計算方法

ジルカロイ被覆管は円筒であるので、本コードでは円筒座標系を用いている。しかし、簡単のため、直交座標系一次元における説明をする。⁽¹⁾ 計算すべきことは、被覆管を軸方向に平行に、中心軸を通る平面で切った場合の断面における、半径方向の酸素濃度分布および温度分布である。その他の計算は、前二者の計算遂行のための物性値計算や、補足的計算である。

基礎式は、

$$\frac{\partial C}{\partial t} = D \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} \quad (3-1)$$

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \alpha \cdot \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} \quad (3-2)$$

ここで、
 x : 距離
 t : 時間
 C : 酸素濃度
 T : 温度
 D : 酸素の拡散定数
 α : 熱伝達率

である。

次に、式 (3-1), (3-2) は、差分方程式に変換されて、数値計算される。すなわち、

$$\frac{C_n^* - C_n}{\Delta t} \cdot V_n = L_{c,n,n-1} (C_{n-1} - C_n) + L_{c,n,n+1} (C_{n+1} - C_n) \quad (3-3)$$

$$\frac{T_n^* - T_n}{\Delta t} (\rho \cdot C_p \cdot V)_n = L_{t,n,n-1} (T_{n-1} - T_n) + L_{t,n,n+1} (T_{n+1} - T_n) + q \quad (3-4)$$

ここで、 ρ : 密度
 C_p : 定圧比熱
 L_c : 酸素輸送率
 L_t : 熱伝導率
 q : 反応生成熱
 V : 体積
 n : 節点番号 であり、

L_c と L_t については、

$$L_c : DM/X$$

$$L_t : KM/X \quad \text{と定義される。}$$

ただし、 X は二つの節点間の距離、 M は流束が通過する断面積であり、 D は拡散定数、 K は熱伝達率である。

3.3 境界条件の原則的取り扱い法

温度分布の計算に関しては、境界条件の取り扱い方で特に問題となる点はない。一方、酸素濃度分布の計算においては、境界条件は複雑である。ジルカロイ被覆管の酸化は、水蒸気に触れている表面から内側に向かって、 ZrO_2 、 α -Zr が、そして約 950°C 以上ではさらに β -Zr が、この順に接しつつ、酸素がより内側へ拡散していくという形式で進行する。この場合、これらの相境界の位置は、反応の進行とともに刻々移動する。また、ジルカロイ被覆管の温度の変化とともに、相境界における酸素濃度は Fig. 2、Fig. 3 に示したように変化する。ここで、Fig. 2 は Domagla⁽⁴⁾らの値、Fig. 3 の実線は Chung⁽⁶⁾らの値である。(また Fig. 3 の右半分中の点線については、3.7.1 および 5.1 において述べる)したがって、(3-3)式は、こうした時間的、温度的に変化する境界条件のもとで解かれねばならない。PRECIP-II においては、温度一定あるいは上昇時と温度降下時に、それぞれ別の境界条件処理法を用いており、この点で SIMTRAN-I とは異っている。

(1)

3.3.1 ジルカロイ被覆管温度が一定、または上昇時にある場合の処理法：

簡単のため、平板（一次元）について説明する。

(Fig. 4, Fig. 5 参照)

α 相と β 相との相境界において、次式が成り立つ。

$$S_{A1} \cdot \frac{C_{A1} + C_{AB}}{2} + S_{B1} \cdot \frac{C_{BA} + C_{B1}}{2} + (\text{Flux AB} - \text{Flux BA}) \cdot \Delta t$$

$$= S_{A1}^* \cdot \frac{C_{A1}^* + C_{AB}^*}{2} + S_{B1}^* \cdot \frac{C_{BA}^* + C_{B1}^*}{2} \quad (3-5)$$

$$S_{A1} + S_{B1} = S_{A1}^* + S_{B1}^* \quad (3-6)$$

$$\text{Flux AB} = D_A \cdot (C_{A1} - C_{AB}) / S_{A1} \quad (3-7)$$

$$\text{Flux BA} = D_B \cdot (C_{BA} - C_{B1}) / S_{B1} \quad (3-8)$$

ここで、

- Δt : 時間ステップの刻み幅
- S_{A1}, S_{B1} : $\alpha - \beta$ 相境界をはさんだ α 相, β 相のそれぞれのメッシュ幅
- C_{AB} : 相境界における α 相の酸素濃度
- C_{BA} : 同じく β 相の酸素濃度
- $C_{A1}(C_{B1})$: 相境界から数えて 1 個めの α 相 (β 相) メッシュ点の酸素濃度
- Flux AB : α 相から β 相へ向かう酸素流束
- Flux BA : β 相から α 相へ向かう酸素流束

であり、*印は、各時間ステップの終点における新しい値を表わし、*印のない変数は、各時間ステップの始点における値を表わしている。

(3-3), (3-5), (3-8) 式を、 Δt をごく微小 ($\sim 10^{-4} \sim 10^{-3}$ sec) にしつつ陽解法にて解くことにより、相境界の移動量と酸素濃度分布を計算する。Oxide- α および $\alpha - \beta$ 相境界における酸素濃度は、反応の進行中は、厳密には平衡濃度から多少ずれていると考えられるが、本コードにおいては、少なくとも温度一定および温度上昇時には近似的に、Fig. 3 に示した平衡濃度の値を用いて計算している。

3.4 温度下降時の境界条件処理法

温度が下降しつつある場合の計算においては、次の 2 点が問題となる。すなわち、第 1 点は、下降速度が速い場合、 $\alpha - \beta$ 相境界近くの β 相が、酸素過飽和の状態になり、 α 相の析出も起こり得ることである。少なくとも現実に観察されることでは、 β 相内への α -incurion が発達し、 $\alpha - \beta$ 界面は不規則化する。この過飽和度や析出が現実にどの程度であるかは不明であるが、計算上こうした現象を考慮に入れた境界条件処理法を考える必要がある。第 2 点は、温度下降速度がある程度以上になった場合、 $\alpha - \beta$ 相境界における α 相, β 相の酸素濃度が、平衡濃度から大きくずれてくることが考えられることであり、また、温度下降速度が小さくても、一度高温で反応した後低温まで降下してきた場合、やはり相境界濃度が平衡濃度で近似しうるか否かは問題である。SIMTRAN-I においては、相境界の酸素濃度は、あらゆる場合すべて平衡濃度を以て近似され、計算がされている。PRECIP-II においては、 $\alpha - \beta$ 相境界の酸素濃度は、原則として Fig. 3 に示した平衡濃度を用いているが、過飽和や α 析出、平衡濃度からの大きなズレなどの問題に対処するための境界濃度の修正機能がつけ加えられた。ZrO₂ と α -Zry の相境界においては、温度変化に対して $\alpha - \beta$ 相境界におけるほどの顕著な濃度変化はないので、境界濃度はその時点の温度のみによって一義的に決まるようにしてある。以下、 $\alpha - \beta$ 相境界及びその近傍の酸素濃度の制御法について説明する。

3.4.1 酸素過飽和の取り扱い

Fig. 4, Fig. 5 は, $\alpha - \beta$ 相境界近傍の節点上に算出された酸素濃度分布の模式図である。Fig. 4 において, ある時間ステップ t_i の終点において, 図示されたような濃度分布が算出されたとする。次の時間ステップ t_{i+1} において, 温度が急激に下がって, β 相の $\alpha - \beta$ 相境界平衡濃度が $C_{E\beta}^*$ で示されたレベルまで下がったとする。次の時間ステップ t_{i+1} における β 相の酸素濃度分布の計算において, 過飽和の濃度 $\Delta C_1, \Delta C_2$ に対応して, その部分の β 相内側への酸素流束を制限することにより, 過飽和や析出などを考慮に入れた計算ができるようにしてある。過飽和度と酸素流束制限との関係は, 拡散定数に $\Delta C_1, \Delta C_2$ で構成される関数をかけることによって行われ, この関数形は, 任意にプログラムできる。すなわち, 現在の関数形は, 暫定的に

$$F = 1.0 / (\Delta C \cdot A + 1.0) \quad (3-9)$$

$$\Delta C = (\Delta C_1 + \Delta C_2) / 2 \quad (3-10)$$

$$A = 1.0 \times 10^{-20} \sim 1.0 \times 10^{20}$$

としてあり,

$$\tilde{D}_\beta = F \cdot D_\beta \quad (3-11)$$

のように, β 相の酸素の拡散定数 D_β にファクター F をかけて値の小さくなった \tilde{D}_β を用いることにより, 酸素流束を制限している。A は任意定数であるが, 1.0×10^{-20} 程度にすれば, ΔC の値にかかわらず $F = 1.0$, 10^{20} 程度にすれば $F = 0.0$ となる。現実の反応においては, 酸素過飽和になった β 相では, α 相の均一析出ないしは β 相の結晶粒界に沿った不均一析出が起る⁽⁶⁾。そうした現象は, 本コードのモデルではそのまま扱えないが, 少なくとも過飽和領域の全体の酸素量については, 過飽和を考慮した計算値を出しうる。

3.4.2 β 相の $\alpha - \beta$ 相境界濃度の設定

時間ステップ t_i における濃度分布から t_{i+1} の濃度分布を求めるには, 境界濃度が決まらねばならない。 β 相の計算においては, この境界濃度は, 平衡濃度 $C_{E\beta}^*$ によって近似しているが, 3.4.1 にも述べたように, 時間ステップ t_{i+1} における $C_{E\beta}^*$ が t_i の C_{B1} よりも低くなった場合は, t_{i+1} における β 相境界濃度は, 次のように設定される。

$$C_{BA}^* = k C_{E\beta}^* + (1-k) C_{B1} \quad (3-12)$$

$$0 \leq k \leq 1$$

ただし, k の値はインプットによって予め設定されている。 C_{BA}^* をこのように設定する根拠は次の通りである。3.4.1 にも述べたように, 酸素過飽和となった β 相の $\alpha - \beta$ 相境界濃度を考えるには, α 析出などの微細組織の変化を考えずに過飽和領域全体の酸素量, 酸素流束を考える。すると C_{BA}^* は, t_{i+1} において $C_{E\beta}^*$ のレベルまで急激に低下はしないであろうし, C_{BA} とどまっていることもないであろう。結局, C_{BA} と $C_{E\beta}^*$ との中間の値をとるが, 本コードにおいては, (3-12) 式に示したように, C_{B1} と $C_{E\beta}^*$ の中間の値をとると設定した。

上限値を C_{B1} でなく C_{BA} とすることも考えられ、(3-12)は暫定的なものである。また、 $C_{BA}^* < C_{B1}$ のときは、 C_{B1} から C_{BA}^* へ向けての酸素流束が存在することになるが、計算ではこれを0とおいている。さもないと、 α 相がきわめて厚く算出されてしまうからである。

3.4.3 α 相 α - β 相境界濃度の設定

β 相の酸素濃度計算と同様に、 α 相の濃度計算においても、境界濃度 C_{AB} は、原則として平衡酸素濃度によって近似される。(Fig. 4, Fig. 5)

$$\text{すなわち } C_{AB} = C_{E\alpha} \quad (3-13)$$

ところが、温度が降下してきて、ある時間ステップ t_j において、 $C_{AB}^* = C_{E\alpha}^*$ が C_{BA}^* より低くなる場合がある。Fig. 2, Fig. 3に示されたように、 α - β 相境界においては、 β 相濃度は必ず α 相濃度より低い。ところが、3.2.1, 3.2.2で述べたように、過飽和を考慮した境界条件の扱い方をすると、 C_{BA} 、あるいは C_{BA}^* は、平衡濃度より高い値をとる。したがって、 $C_{AB}^* = C_{E\alpha}^* < C_{BA}^*$ となる場合がある。本コードでは、 $C_{AB}^* = C_{E\alpha}^* < C_{BA}^*$ となる時間ステップにおいては、必ず $C_{AB}^* = C_{BA}^*$ とおいて計算する処理がとられている。なぜならば、 C_{BA}^* より C_{AB}^* が低いことは現実にはあり得ない、と考えるからである。

3.5 時間メッシュの制御法の修正

PRECIP-IIは、時間依存型の変数、たとえば被覆管温度を、インプットデータとして入力する。時間メッシュは、温度変化の大きさにしたがって、細かく切り直されるのであるが、SIMT-RAN-Iにおいては、その温度変化量のチェックを、前の時間ステップでの変化量によって行う。したがって、Fig. 6の(A)に示されたように、誤差が大きく、それが著しい場合には計算が収束しない。PRECIP-IIにおいては、この欠点を除くため、Fig. 6の(B)のように温度の変化する時刻に時間ステップの起点を合わせ、新しくメッシュを切り直すやり方に修正した。この修正は温度のみでなく、他の時間依存型変数についても同様であり、これによって、急激な温度変化に対しても誤差の少ない、必ず収束する数値計算を行うことが可能となった。

3.6 その他の改良点

3.6.1 インプットデータとして入力できるパラメーターの数を増大させた。すなわち、

1. ジルカロイ-酸素擬二元系平衡状態図における計算に必要な部分
2. Oxide, α , β 相における酸素の拡散定数
3. ジルカロイ、及びOxideの密度

が指定できるようになった。

3.6.2 アウトプットフォーマットを改良し、単位系などを付して読みとりやすくした。また、単位反応面積当りの重量増量 = (全重量増量/全反応面積)の項をつけ加えた。

3.7 物性値およびパラメーター

PRECIP-II は、ジルカロイ被覆管の半径方向の温度分布を計算できるのだが、本研究においては、この温度分布を考えず、半径方向で一定温度として計算をした。すなわち、被覆管温度はインプットで指定された温度履歴にしたがって、被覆管半径方向一様で変化していく。

一方、本研究においては、実際に計算の対象となるのは、酸素濃度分布、およびその積分値としての酸素含有量、重量増加などである。したがって、Fig. 1 には Input-Controllable Parameters として 10 項目が示されているが、本研究でとり扱われるのは、このうち、

- ① 平衡酸素濃度 (ジルカロイ-酸素擬二元系状態図)
- ② ZrO_2 , α および β ジルカロイ中の酸素の拡散定数
- ③ ジルカロイおよび ZrO_2 の密度

であり、他の 7 項目は、計算に無関係である。

3.7.1 平衡酸素濃度 (擬二元系状態図)

ジルコニウム-酸素二元系状態図については、従来、R. F. Domagala⁽⁴⁾ら、E. Gebhardt⁽⁵⁾らの研究がある。その後、ジルカロイ-酸素系については、擬二元系として、ANL の H. M. Chung⁽⁶⁾らの研究があり、この結果を Fig. 3 に実線で示した。これらの曲線の実験式は、

$$C_{\alpha/ox} = 0.45365 \text{ g/cm}^3 \quad (4), (5) \quad (3-14)$$

$$C_{\alpha/\beta} = \{-0.2263 + (T[^\circ\text{K}]/63.385 - 16.877)^{1/2}\} 0.0649 \text{ g/cm}^3 \quad (7) \\ (T > 1073^\circ\text{K}) \quad (3-15)$$

$$C_{\beta/\alpha} = \{(T[^\circ\text{K}] - 1081.7)/491.159\} \times 0.0649 \text{ g/cm}^3 \quad (7) \\ (T > 1373^\circ\text{K}) \quad (3-16)$$

$$C_{\beta/\alpha} = \{-0.00428 + (T[^\circ\text{K}]/392.46 - 3.1417)^{1/2}\} 0.0649 \text{ g/cm}^3 \quad (7) \\ (1233^\circ\text{K} < T < 1373^\circ\text{K}) \quad (3-17)$$

である。ただし、 $C_{\alpha/ox}$ は、 α 相の α -Oxide 相境界濃度、

$C_{\alpha/\beta}$ は、 α 相の α - β 相境界濃度、

$C_{\beta/\alpha}$ は、 β 相の α - β 相境界濃度である。また、Oxide の酸素濃度については、次式が提案されている。

$$C_{ox/gas} = 1.511 \text{ g/cm}^3 \quad (3-18)$$

$$C_{ox/\alpha} = 1.517 - 7.5 \times 10^{-5} T(^\circ\text{K}) \text{ g/cm}^3 \quad (3-19)$$

ただし、 $C_{ox/gas}$, $C_{ox/\alpha}$ は、Oxide のそれぞれ酸化性雰囲気および α 相と接している側でのそれぞれの酸素濃度である。(3-18)式は、密度 5.82 の、ほぼ化学量論的組成の ZrO_2 が、酸化性雰囲気と接しているという仮定のもとに算出されている。(3-19)式は、R. Ruh らの Zr-O 二元系状態図から算出されている。

計算においては、(3-15), (3-16), (3-17), (3-18), (3-19) 式をそれぞれ妥当なも

のとして用いた。しかし、 $C_{\alpha/ox}$ については、(3-14)式以外に次式を用いた。この式の根拠については5.1にて述べる。(Fig. 3の右半分の破線)

$$C_{\alpha/ox} = 0.45365 \text{ (g/cm}^3\text{)} \quad T \leq 900^\circ\text{C}$$

$$C_{\alpha/ox} = 0.2615 + 2.135 \times 10^{-4} T (\text{ }^\circ\text{C}), \text{ (g/cm}^3\text{)} \quad 900 < T \leq 1000^\circ\text{C} \quad (3-20)$$

$$C_{\alpha/ox} = -0.175 + 6.5 \times 10^{-4} T (\text{ }^\circ\text{C}), \text{ (g/cm}^3\text{)} \quad 1000^\circ\text{C} < T$$

3.7.2 酸素の拡散定数

酸素の拡散定数については、ORNLにおいて詳細に調べられている^{(7),(8),(9)}。他にも研究例はあり、まとめてTable 2に示した。ただし、J-1と記した値については、5.1において述べる。

3.7.3 密度

ZrO₂の密度 ρ_{ZrO_2} を5.82(g/cm³)、ジルカロイの密度 ρ_{Zr} を6.49(g/cm³)として計算した⁽¹⁾。(7.1.3およびTable 5 参照)

4. 実 験

計算値と実験値の比較を行うため、ジルカロイ被覆管の酸化実験を行った。

4.1 方 法

用いた試料は、外径10.72 mm、内径9.3 mmのPWR用ジルカロイ被覆管を軸方向長さ15 mmに切り出したもので、組成をTable 1に示す。試料はアセトンで洗浄、秤量して試験に用いた。

水蒸気との反応試験には、Fig. 7に示される高周波加熱炉を用いた。加熱コイルの内側に、その内径にはほぼ一致した外径の石英管を通し、下部から水蒸気を通した。石英管の内径は26 mm ϕ であり、水蒸気流量は0.8~1.2 g/cm²/minである。試料は、その中心軸と加熱コイルの中心軸とができる限り一致するようにして、加熱コイルの全長の上端から約40%の位置にセットされた。試料温度は、試料に付けられたPt-Pt-13% Rhの熱電対によって測定され、炉の予めセットされたプログラムにしたがって自動的に加熱、冷却された。反応後、試料は室温まで急速に(>80°C/sec)冷却され、熱電対からはずされ、秤量され、重量増加が求められた。

さらに一部の試料は、延性変化を調べるため、扁平試験が行なわれた。扁平試験は、インストロン引張-圧縮試験機を用い、延性は、圧縮荷重が最大値の80%に低下するまでのクロスヘッドの移動量で表わした¹⁰⁾。試験温度は100°C、クロスヘッド速度20 mm/min、雰囲気は大気である。

秤量後(一部は扁平試験後)、試料断面を軸方向に直角に機械研磨後、HF:HNO₃:グリセリン=2:1:6の体積比の混合液によって腐食させ、光学顕微鏡にて組織観察をし、また、Oxide相、 α 相の厚みを測定した。厚み測定は、試料の外周をほぼ8等分した8点において行なわれ、

のとして用いた。しかし、 $C_{\alpha/ox}$ については、(3-14)式以外に次式を用いた。この式の根拠については5.1にて述べる。(Fig. 3の右半分の破線)

$$C_{\alpha/ox} = 0.45365 \text{ (g/cm}^3\text{)} \quad T \leq 900^\circ\text{C}$$

$$C_{\alpha/ox} = 0.2615 + 2.135 \times 10^{-4} T (\text{ }^\circ\text{C}), \text{ (g/cm}^3\text{)} \quad 900 < T \leq 1000^\circ\text{C} \quad (3-20)$$

$$C_{\alpha/ox} = -0.175 + 6.5 \times 10^{-4} T (\text{ }^\circ\text{C}), \text{ (g/cm}^3\text{)} \quad 1000^\circ\text{C} < T$$

3.7.2 酸素の拡散定数

酸素の拡散定数については、ORNLにおいて詳細に調べられている^{(7),(8),(9)}。他にも研究例はあり、まとめてTable 2に示した。ただし、J-1と記した値については、5.1において述べる。

3.7.3 密度

ZrO₂の密度 ρ_{ZrO_2} を5.82(g/cm³)、ジルカロイの密度 ρ_{Zr} を6.49(g/cm³)として計算した⁽¹⁾。(7.1.3およびTable 5 参照)

4. 実 験

計算値と実験値の比較を行うため、ジルカロイ被覆管の酸化実験を行った。

4.1 方 法

用いた試料は、外径10.72 mm、内径9.3 mmのPWR用ジルカロイ被覆管を軸方向長さ15 mmに切り出したもので、組成をTable 1に示す。試料はアセトンで洗浄、秤量して試験に用いた。

水蒸気との反応試験には、Fig. 7に示される高周波加熱炉を用いた。加熱コイルの内側に、その内径にはほぼ一致した外径の石英管を通し、下部から水蒸気を通した。石英管の内径は26 mm ϕ であり、水蒸気流量は0.8~1.2 g/cm²/minである。試料は、その中心軸と加熱コイルの中心軸とができる限り一致するようにして、加熱コイルの全長の上端から約40%の位置にセットされた。試料温度は、試料に付けられたPt-Pt-13% Rhの熱電対によって測定され、炉の予めセットされたプログラムにしたがって自動的に加熱、冷却された。反応後、試料は室温まで急速に(>80 $^\circ\text{C}$ /sec)冷却され、熱電対からはずされ、秤量され、重量増加が求められた。

さらに一部の試料は、延性変化を調べるため、扁平試験が行なわれた。扁平試験は、インストロン引張-圧縮試験機を用い、延性は、圧縮荷重が最大値の80%に低下するまでのクロスヘッドの移動量で表わした¹⁰⁾。試験温度は100 $^\circ\text{C}$ 、クロスヘッド速度20 mm/min、雰囲気は大気である。

秤量後(一部は扁平試験後)、試料断面を軸方向に直角に機械研磨後、HF:HNO₃:グリセリン=2:1:6の体積比の混合液によって腐食させ、光学顕微鏡にて組織観察をし、また、Oxide相、 α 相の厚みを測定した。厚み測定は、試料の外周をほぼ8等分した8点において行なわれ、

それらの計測値の平均値 $\bar{x} = \frac{1}{8} \sum_{i=1}^8 x_i$ および試料分散 $S_x = \sqrt{\left\{ \sum_{i=1}^8 (x_i - \bar{x})^2 \right\} / 7}$ (4-1) 式が求められた。

4.2 温度測定に関する問題

本実験では、試料の正確な温度測定が重要である。したがって、以下に、温度測定およびそれに付随した問題について述べる。

本実験では、熱電対の太さは $0.3 \text{ mm}\phi$ である。試料の外周上端より約 2~3 ミリの箇所にて $1.0 \times 1.0 \sim 1.3 \times 1.3 \text{ mm}$ 、厚さ 0.1 mm のタンタル片を、スポット溶接器で溶着し、その上に熱電対の接点をスポット溶接した。この状態の断面の顕微鏡写真を Photo. 1(A) に示す。この状態で実験に供し、反応後室温まで急冷し、熱電対の接点をはぎとった。

さらに、残ったタンタル片をニッパーで削りとった。この状態の断面を Photo. 1(B) に示す。若干量のタンタルがこびりついているようである。この状態で試料を秤量し、反応前の重量を差し引いて、重量増加を求めた。

以上の方法によって、第 1 に、試料温度の測定は確実であると考えられるが、第 2 に、削り残しのタンタルあるいは熱電対による重量増加測定値の誤差が考えられる。タンタルの比重は 16.6 であり、 $1.3 \times 1.3 \times 0.1 \text{ mm}$ の破片の重量は、約 2.81 mg である。またこの Ta 片が Ta_2O_5 に変化したときの重量は約 3.43 mg である。また、Pt の比重は 21.45 であり、熱電対の接点の重量は、その体積を約 $0.31 \text{ mm}^3 ((0.5)^2 \times \pi \times 0.4 \text{ mm})$ とすれば約 6.74 mg となる。したがって、熱電対の接点とタンタル片の 100% が試料に付着しているならば、それらによる重量誤差は約 9.55 mg (10.2 mg (Ta_2O_5 の場合)) となる。この値は、酸化による重量増加が $10^2 \sim 10^3 \text{ mg}$ であることを考えると無視しえない。しかし、熱電対接点はほぼ完全にはがされ、タンタル片も高々 30% 程度しか付着し残っていないので、重量誤差は $\sim 1.0 \text{ mg}$ の程度となり、一般的な誤差レベルの範囲内に入る値となる。

5. 計 算

PRECIP-II による酸化反応の計算は、実験において試料が経た温度履歴に沿って行なわれた。適用した物性値で結果を直接に左右するものについて、以下に述べる。

5.1 平衡酸素濃度と酸素の拡散定数

3.2 でも述べたように、計算結果としての酸素の濃度分布は Oxide - α 、 α - β 相境界の境界条件および各相中の酸素の拡散定数に依存し、この境界条件には境界の酸素濃度が含まれ、これは原則として平衡酸素濃度に置かれている。本研究の計算においては、平衡酸素濃度と酸素の拡散定数は、等温酸化の計算結果から求めた反応速度定数が川崎らが実験的に求めた等温酸化の反

それらの計測値の平均値 $\bar{x} = \frac{1}{8} \sum_{i=1}^8 x_i$ および試料分散 $S_x = \sqrt{\left\{ \sum_{i=1}^8 (x_i - \bar{x})^2 \right\} / 7}$ (4-1) 式が求められた。

4.2 温度測定に関する問題

本実験では、試料の正確な温度測定が重要である。したがって、以下に、温度測定およびそれに付随した問題について述べる。

本実験では、熱電対の太さは $0.3 \text{ mm}\phi$ である。試料の外周上端より約 $2 \sim 3$ ミリの箇所に $1.0 \times 1.0 \sim 1.3 \times 1.3 \text{ mm}$ 、厚さ 0.1 mm のタンタル片を、スポット溶接器で溶着し、その上に熱電対の接点をスポット溶接した。この状態の断面の顕微鏡写真を Photo. 1(A) に示す。この状態で実験に供し、反応後室温まで急冷し、熱電対の接点をはぎとった。

さらに、残ったタンタル片をニッパーで削りとった。この状態の断面を Photo. 1(B) に示す。若干量のタンタルがこびりついているようである。この状態で試料を秤量し、反応前の重量を差し引いて、重量増加を求めた。

以上の方法によって、第1に、試料温度の測定は確実であると考えられるが、第2に、削り残しのタンタルあるいは熱電対による重量増加測定値の誤差が考えられる。タンタルの比重は 16.6 であり、 $1.3 \times 1.3 \times 0.1 \text{ mm}$ の破片の重量は、約 2.81 mg である。またこの Ta 片が Ta_2O_5 に変化したときの重量は約 3.43 mg である。また、Pt の比重は 21.45 であり、熱電対の接点の重量は、その体積を約 $0.31 \text{ mm}^3 ((0.5)^2 \times \pi \times 0.4 \text{ mm})$ とすれば約 6.74 mg となる。したがって、熱電対の接点とタンタル片の 100% が試料に付着しているならば、それらによる重量誤差は約 9.55 mg (10.2 mg (Ta_2O_5 の場合)) となる。この値は、酸化による重量増加が $10^2 \sim 10^3 \text{ mg}$ であることを考えると無視しえない。しかし、熱電対接点はほぼ完全にはがされ、タンタル片も高々 30% 程度しか付着し残っていないので、重量誤差は $\sim 1.0 \text{ mg}$ の程度となり、一般的な誤差レベルの範囲内に入る値となる。

5. 計 算

PRECIP-II による酸化反応の計算は、実験において試料が経た温度履歴に沿って行なわれた。適用した物性値で結果を直接に左右するものについて、以下に述べる。

5.1 平衡酸素濃度と酸素の拡散定数

3.2 でも述べたように、計算結果としての酸素の濃度分布は Oxide - α 、 $\alpha - \beta$ 相境界の境界条件および各相中の酸素の拡散定数に依存し、この境界条件には境界の酸素濃度が含まれ、これは原則として平衡酸素濃度に置かれている。本研究の計算においては、平衡酸素濃度と酸素の拡散定数は、等温酸化の計算結果から求めた反応速度定数が川崎らが実験的に求めた等温酸化の反

応速度定数にできる限り一致するような値を用いた。

すなわち、平衡酸素濃度としては、(3-15)～(3-19)式を妥当なものとして採用、拡散定数としては、

$$D_{ox} = 0.16888 \exp(-35316.6/RT) \quad (\text{cm}^2/\text{sec}) \quad (5-1)$$

$$D_{\alpha} = 0.2973 \exp(-43650.4/RT) \quad (\text{cm}^2/\text{sec}) \quad (5-2)$$

$$D_{\beta} = 0.0263 \exp(-28200/RT) \quad (\text{cm}^2/\text{sec}) \quad (5-3)$$

を用いた。これらの式は、Table 2 に J-1 と記して示したものである。また、 $C_{\alpha/ox}$ については、(3-20)式を用いた。(3-20)式を用いた理由は次のとおりである。

すなわち、(3-15)～(3-19)式で表わされる平衡濃度は、実測された信頼のおける値であるとして、これらの式を採用した場合、拡散定数の値を様々に変えて、等温酸化の計算と実験の速度定数を一致させようとする、 K_{δ} 、 K_{α} は一致しても K_W が、計算から出した値の方が小さくて一致しないことが判明した。 K_W を一致させようとする、 K_{δ} の計算から出した値を大きくして、実験の K_{δ} とは不一致にしなければならない。 K_W 、 K_{δ} 、 K_{α} の三者を同時に一致させるには、平衡濃度の(3-14)～(3-19)式からの修正をしなければならない。 K_{α} 、 K_{δ} を一致させておいて、 K_W の計算から出した値を大きくするために修正したのは、 $C_{\alpha/ox}$ である。 $C_{\alpha/ox}$ を選んだのは、(3-18)、(3-19)式の $C_{ox/gas}$ 、 $C_{ox/\alpha}$ はほとんど修正の余地がないと思われ、また、 $C_{\beta/\alpha}$ の修正(増大)をしても、 K_W への効果は非常に小さいものであり、(3-15)式の $C_{\alpha/\beta}$ かなり信頼のおけるものであると思われ、かつ $C_{\alpha/ox}$ は Oxide との相境界濃度であるから(3-14)式からの修正(増大)の対象になり得ると考えたからである。

一方、実験的に求められた反応速度定数は次のとおりである。

1. 川崎らの式

$$K_W = 0.468 \exp(-40710/RT)^{(11)} \quad \text{g}^2/\text{cm}^4 \cdot \text{sec} \quad (5-4)$$

$$K_{\delta} = 2.15 \times 10^6 \exp(-35860/RT)^{(11)} \quad \mu\text{m}^2/\text{sec} \quad (5-5)$$

$$K_{\xi} = 3.06 \times 10^7 \exp(-39000/RT)^{(12)} \quad \mu\text{m}^2/\text{sec} \quad (5-6)$$

ただし、

K_W : 重量増加

K_{δ} : Oxide 相厚み

K_{ξ} : (Oxide + α) 相厚み

のそれぞれ速度定数である。($K_{\xi} - K_{\delta}$) より、 K_{α} : α 相厚みの速度定数として、

$$K_{\alpha} = 2.38 \times 10^7 \exp(-41730/RT) \quad \mu\text{m}^2/\text{sec} \quad (5-7)$$

が求められる。

ORNL は、次式を報告している。⁽¹³⁾

$$K_W = 0.3622 \exp(-39940/RT) \quad (\text{g}/\text{cm}^4 \cdot \text{sec}) \quad (5-7)$$

$$K_{\delta} = 2.252 \times 10^6 \exp(-35890/RT) \quad (\mu\text{m}^2/\text{sec}) \quad (5-8)$$

$$K_{\alpha} = 1.523 \times 10^7 \exp(-48140/RT) \quad (\mu\text{m}^2/\text{sec}) \quad (5-9)$$

(5-4)～(5-6)式は、円筒状試料の内外面を反応面とした実験のデータから算出したものであり、ORNLの式は、本研究のジルカロイ管と同じ内外径を持つ試料の外のみを酸化させた実験のデータから算出されている。したがって、川崎らの式とORNLの式を比較して考えられることは、次のようになる。すなわち、二者の試料が本来全く同一の酸化特性を持っていると前提すると、

第1に、計算においては、内外面とも酸化する場合、酸素吸収量および酸化物と α 相の厚みの内外面の差は、高々1.2%であり無視しうる。また、外面のみの酸化の計算結果と、内外面酸化の計算の外面の酸化結果は多少の無視しうる差が出るだろう。

第2に、ORNLでは、(3-14)～(3-19)式、および(5-7)～(5-9)式を用いて、Table 2に示した D_{ox} 、 D_{α} を算出している。事実、SIMTRAN-Iに(3-14)～(3-19)式およびTable 2に示した D_{ox} 、 D_{α} 、 D_{β} を用いて1000～1300°Cで等温外面酸化の計算をしたところ、得られた速度定数は、(5-7)～(5-9)式と極めて良く一致した(高々3%の誤差)という報告がある⁽¹⁴⁾。

したがって、PRECIP-IIによって同様な計算をしても、同様な結果が得られるはずである。

さて、以上をふまえた上で、Table 3に900～1300°Cにおける K_W 、 K_{δ} 、 K_{α} について、PRECIP-IIの等温反応の計算結果から求めた値と、実験値とを対照して示した。

Table 3中、 J_D は(5-4)～(5-6)式より算出した値、 J_C は(3-15)～(3-20)式および(5-1)(5-3)式を用いて数値計算した結果より求めた値、 J_C/J_D は二者の比である。同様に O_{RD} は、(5-7)～(5-9)式より求めた値、 O_{RC} は(3-14)～(3-19)式を用いて、PRECIP-IIの内外面酸化の計算結果より求めた値、 O_{RC}/O_{RD} はそれらの比であるが、外面酸化の計算では良く一致した値を出したと報告されている物性値を内外面酸化に適用してみると、一致の程度が低下している。この理由としては、被覆管の初期酸素濃度の設定値の差が主要因と考えられる。本計算では、これを $0.0083 \text{ g/cm}^3 (=1280 \text{ ppm})$ としたが、 $0.0077 \text{ g/cm}^3 (=1180 \text{ ppm})$ ⁽⁹⁾として計算すると、 O_{RD} と O_{RC} は文献(14)で報告されている程度に一致する。

5.2 温度降下時における境界条件

3.4.1～3.4.3に、温度降下時の α - β 相境界の境界条件処理法を示したが、本研究の計算においては、そのパラメータに以下の値を用いた。

β 相酸素過飽和の取り扱いについては、3.3.1に示した(3-9)式において、いかなる場合でも $F = 1.0$ とした。

3.4.2に示した β 相の α - β 相境界濃度の制御においては、(3-12)式において $k = 0$ とした。これらの値は、式の形とともに暫定的なものであり、詳細な感度解析は行っていない。

5.3 温度履歴

実験と計算における温度履歴は、Fig. 8～Fig. 12に示したが、そのうちFig. 12とFig. 13に示した履歴の時刻-温度の数値をTable 4に示す。

6. 結 果

Fig. 14に、温度履歴Fig. 8の左側の場合の計算値（実線）と実験値（OEP）を示す。実験値はOxide、 α 相の厚みについては測定値の平均値（O印）の上下に、測定値の試料偏差 S_x （4-1）式を付してある。昇温速度の早い側で実験値が、低い側で計算値が若干他を上回っている。

Photo. 2に、試料の断面組織の光学顕微鏡写真を示した。

Fig. 15に、温度履歴Fig. 8の右側の場合の結果を、Photo. 3にその試料の組織写真を示す。

Fig. 16に温度履歴Fig. 9の場合の結果を、Photo. 4にその試料の組織写真を示す。 α 相厚みを除いて全体に実験値と計算値は合致している。また、Oxide、 α 相の厚みの S_x は、厚み自体が少ないので、小さいものとなっている。

Fig. 17に、温度履歴Fig. 10において等温酸化の時間が56secの場合の結果を、Photo. 5にはその試料の組織写真を示した。また、Fig. 8には同じく等温酸化の時間が145secの場合の結果を、Photo. 6にはその試料の組織写真を示した。両者とも、実験値が計算値を下まわる傾向にあるが、Fig. 18の場合では比較的一致は良い。Photo. 5、Photo. 6においては、 α 相から β 相へ向っての細かな α 相粒の成長による、相境界の凹凸化が見られる。 α 相厚みの測定においては、こうした凹凸の中間を目視によって相境界とみなした。また、写真EやFには、 β 相中の α 相析出が顕著に見られる。

Fig. 19、Fig. 20には、Fig. 11に示した温度履歴のうち、1150°Cにおける等温酸化が190secのもので、急冷する直前の温度が900°C、800°Cの場合の結果をそれぞれ示した。また、Photo. 7、Photo. 8には、それぞれFig. 19、Fig. 20の場合の試料の組織写真を示した。両者とも、 α 相厚み以外は全体に実験値が計算値を上回っている。Fig. 20において、 α 相厚みの実験値は、本来ならば冷却速度の大から小へ順に増加するはずであるが、不規則になっている。これは、試料の周方向に温度分布があったためと考えられる。

Fig. 21、Fig. 22には、Fig. 11に示した温度履歴のうち、1100°Cでの等温酸化が300secで、それぞれ900°C、800°Cまで冷却後、急冷した場合の結果を示し、Photo. 9、Photo. 10には、それぞれその試料の組織写真を示した。二者とも、全体として実験値が計算値を上回る傾向にある。

次に、Fig. 11に示した温度履歴のうち、1000°Cで140sec酸化した後800°Cまで、2.5°C/secおよび1.25°C/secで冷却後急冷した場合の結果をTable 5に示した。またPhoto. 14に、その試料の組織写真を示した。

Fig. 23には、Fig. 12に示した温度履歴の場合の結果を、Photo. 11には、その試料の組織写真を示した。

実測値と計算値の一致の程度は、縦軸のスケールが密になったため、Fig. 14～Fig. 22と比べ

5.3 温度履歴

実験と計算における温度履歴は、Fig. 8～Fig. 12に示したが、そのうちFig. 12とFig. 13に示した履歴の時刻-温度の数値をTable 4に示す。

6. 結 果

Fig. 14に、温度履歴Fig. 8の左側の場合の計算値（実線）と実験値（OEP）を示す。実験値はOxide, α 相の厚みについては測定値の平均値（O印）の上下に、測定値の試料偏差 S_x (4-1)式を付してある。昇温速度の早い側で実験値が、低い側で計算値が若干他を上回っている。

Photo. 2に、試料の断面組織の光学顕微鏡写真を示した。

Fig. 15に、温度履歴Fig. 8の右側の場合の結果を、Photo. 3にその試料の組織写真を示す。

Fig. 16に温度履歴Fig. 9の場合の結果を、Photo. 4にその試料の組織写真を示す。 α 相厚みを除いて全体に実験値と計算値は合致している。また、Oxide, α 相の厚みの S_x は、厚み自体が少ないので、小さいものとなっている。

Fig. 17に、温度履歴Fig. 10において等温酸化の時間が56secの場合の結果を、Photo. 5にはその試料の組織写真を示した。また、Fig. 8には同じく等温酸化の時間が145secの場合の結果を、Photo. 6にはその試料の組織写真を示した。両者とも、実験値が計算値を下まわる傾向にあるが、Fig. 18の場合では比較的一致は良い。Photo. 5, Photo. 6においては、 α 相から β 相へ向っての細かな α 相粒の成長による、相境界の凹凸化が見られる。 α 相厚みの測定においては、こうした凹凸の中間を目視によって相境界とみなした。また、写真EやFには、 β 相中の α 相析出が顕著に見られる。

Fig. 19, Fig. 20には、Fig. 11に示した温度履歴のうち、1150°Cにおける等温酸化が190secのもので、急冷する直前の温度が900°C, 800°Cの場合の結果をそれぞれ示した。また、Photo. 7, Photo. 8には、それぞれFig. 19, Fig. 20の場合の試料の組織写真を示した。両者とも、 α 相厚み以外は全体に実験値が計算値を上回っている。Fig. 20において、 α 相厚みの実験値は、本来ならば冷却速度の大から小へ順に増加するはずであるが、不規則になっている。これは、試料の周方向に温度分布があったためと考えられる。

Fig. 21, Fig. 22には、Fig. 11に示した温度履歴のうち、1100°Cでの等温酸化が300secで、それぞれ900°C, 800°Cまで冷却後、急冷した場合の結果を示し、Photo. 9, Photo. 10には、それぞれその試料の組織写真を示した。二者とも、全体として実験値が計算値を上回る傾向にある。

次に、Fig. 11に示した温度履歴のうち、1000°Cで140sec酸化した後800°Cまで、2.5°C/secおよび1.25°C/secで冷却後急冷した場合の結果をTable 5に示した。またPhoto. 14に、その試料の組織写真を示した。

Fig. 23には、Fig. 12に示した温度履歴の場合の結果を、Photo. 11には、その試料の組織写真を示した。

実測値と計算値の一致の程度は、縦軸のスケールが密になったため、Fig. 14～Fig. 22と比べ

て良くなったように見えるが実際は、それ程変っていない。厚みの S_x にしても同様である。

Fig. 24 には、Fig. 13 に示した温度履歴の場合の結果を、また Photo. 12, Photo. 13 には、その試料の組織写真を示した。

全体に、実測値が計算値を上回る傾向にあり、特に α 相厚みにその差の大きいものがある。厚みの S_x が小さく見えるが、これは Fig. 23 の場合と同様、縦軸のスケールが密なためである。

Fig. 25 には、一部の試料の扁平試験の結果を示した。

Fig. 25 の (A) は、Fig. 10 に示した温度履歴の試料 (○, ●) と、1200°C での等温酸化させた試料 (△) の Deflection を比較したものであり、同じく (B), (C) は Fig. 11 に示した温度履歴の試料 (○, ●) と、1150°C, 1100°C でそれぞれ等温酸化させた試料 (△) の Deflection を、それぞれ比較したものである。これは、等温酸化させた後室温まで急冷した試料の延性変化と、等温酸化した後 800°C, あるいは 900°C まで様々な冷却速度で冷却した試料の延性変化とを、重量増量を横軸にとって比較したものである。Fig. 25 にプロットされたデータには、かなりのバラツキがあるが、全体の傾向としては、800°C まで徐冷した試料はわずかながら延性が低下していると思われる。

Fig. 14~Fig. 24 に示した実験値のそれに対応する計算値に対する比を Table 6 に示した。

7. 考 察

7.1 実験値と計算値の差を作る諸要因

実験値と計算値の差を作る諸要因について、実験と計算、及び用いた物性値とパラメーターの妥当性の三つの側面から考察する。

7.1.1 実験上の要因

実験値には、一般に必ず誤差が含まれている。本実験においてまず考えられるのは、試料の温度制御に伴う誤差である。すなわち、4.3 において述べた、熱電対の接点に関する問題、試料の中心軸と高周波コイルの中心軸のズレから起る試料の円周方向の温度の不均一、および炉の温度コントローラーの動作上の誤差から生じる設定温度と実際の温度とのズレ (温度の目標値に対するオーバーシュートを含む) が考えられる。熱電対を付けた点に残るタンタル片の重量は、4.3 に述べたように高々 ~1mg、試料の円周方向の温度不均一は、 S_x として図示した程度であり、温度のオーバーシュートは、分解能 1°C、サンプリング周期 2 回/秒のデジタル温度計でモニターしていて高々 10°C × 5 sec 程度であり、記録計にはほとんど現れない。(Fig. 26)

7.1.2 計算上の諸要因

計算機が 1 回の演算をする毎に発生する誤差は、累積していき、最終的な計算結果に反映する。使用計算機の FACOM-230-75 においてこの種の誤差がどの程度になるかは不明である。

計算モデルは、第 1 に各相が均質であると仮定し、第 2 に反応が放物線則に従い、酸素の拡散

て良くなったように見えるが実際は、それ程変っていない。厚みの S_x にしても同様である。

Fig. 24 には、Fig. 13 に示した温度履歴の場合の結果を、また Photo. 12, Photo. 13 には、その試料の組織写真を示した。

全体に、実測値が計算値を上回る傾向にあり、特に α 相厚みにその差の大きいものがある。厚みの S_x が小さく見えるが、これは Fig. 23 の場合と同様、縦軸のスケールが密なためである。

Fig. 25 には、一部の試料の扁平試験の結果を示した。

Fig. 25 の (A) は、Fig. 10 に示した温度履歴の試料 (○, ●) と、1200°C での等温酸化させた試料 (△) の Deflection を比較したものであり、同じく (B), (C) は Fig. 11 に示した温度履歴の試料 (○, ●) と、1150°C, 1100°C でそれぞれ等温酸化させた試料 (△) の Deflection を、それぞれ比較したものである。これは、等温酸化させた後室温まで急冷した試料の延性変化と、等温酸化した後に 800°C, あるいは 900°C まで様々な冷却速度で冷却した試料の延性変化とを、重量増量を横軸にとって比較したものである。Fig. 25 にプロットされたデータには、かなりのバラツキがあるが、全体の傾向としては、800°C まで徐冷した試料はわずかながら延性が低下していると思われる。

Fig. 14 ~ Fig. 24 に示した実験値のそれに対応する計算値に対する比を Table 6 に示した。

7. 考 察

7.1 実験値と計算値の差を作る諸要因

実験値と計算値の差を作る諸要因について、実験と計算、及び用いた物性値とパラメーターの妥当性の三つの側面から考察する。

7.1.1 実験上の要因

実験値には、一般に必ず誤差が含まれている。本実験においてまず考えられるのは、試料の温度制御に伴う誤差である。すなわち、4.3 において述べた、熱電対の接点に関する問題、試料の中心軸と高周波コイルの中心軸のズレから起る試料の円周方向の温度の不均一、および炉の温度コントローラーの動作上の誤差から生じる設定温度と実際の温度とのズレ (温度の目標値に対するオーバーシュートを含む) が考えられる。熱電対を付けた点に残るタンタル片の重量は、4.3 に述べたように高々 ~1mg、試料の円周方向の温度不均一は、 S_x として図示した程度であり、温度のオーバーシュートは、分解能 1°C、サンプリング周期 2 回/秒のデジタル温度計でモニターして高々 10°C × 5 sec 程度であり、記録計にはほとんど現れない。(Fig. 26)

7.1.2 計算上の諸要因

計算機が 1 回の演算をする毎に発生する誤差は、累積していき、最終的な計算結果に反映する。使用計算機の FACOM-230-75 においてこの種の誤差がどの程度になるかは不明である。

計算モデルは、第 1 に各相が均質であると仮定し、第 2 に反応が放物線則に従い、酸素の拡散

が律速過程であるとし、第3に相境界の酸素濃度が、原則として平衡酸素濃度であるとしている。ところが、現在には α - β 相境界近傍の β 相には、温度降下時に α 相結晶粒の侵入や、 β 相相境界に沿っての α 相の析出が観察され、また、光学顕微鏡では観察しえない微細な α 相の析出も考えられる。また、実際の酸化反応は初期には直線則で進行するのであり、この過程においては放物線則からのズレが生じている。また、950°C以下では、酸化は放物線則からはずれるという報告がある⁽¹⁰⁾。さらに、相境界が時間の経過とともに移動しつつ温度変化もするという条件下では、相境界の酸素濃度は平衡濃度からずれることが当然予測される⁽¹⁵⁾⁽¹⁶⁾⁽¹⁷⁾。ただしこのズレがどの程度であるかは不明である。

一方、単純な計算対象(単一相、相境界なしの円筒)における酸素の拡散の、解析解とSIMT-RAN-Iによる数値解の比較が行なわれており⁽¹⁾、両者は非常に良く一致している。

7.1.3 物性値とパラメーターの妥当性

計算に適用した物性値は、3.6に述べられたように、

- ① 相境界の(平衡)酸素濃度
- ② 各相中の酸素の拡散定数
- ③ ジルカロイおよび ZrO_2 の密度

の三種のみであるが、このうち、③の密度については、酸素濃度の単位を g/cm^3 とする本コードにおいては、密度の絶対値でなく、次式で示されたR値のみが結果に影響する。

$$R = \rho_{ZrY} / (\rho_{ZrO_2} - d) \quad (7-1)$$

ただし、 d は化学量論的 ZrO_2 における酸素濃度($gram/cm^3$)⁽¹⁾である。

R値の変化による結果の変化は、Table 7に示したように極めて小さい。

一方、酸素の拡散定数と相境界の酸素濃度は、結果を直接に左右する物性値である。相境界の酸素濃度に関する問題点は、7.1.2に述べた通りであるが、平衡酸素濃度の実験式としては、(3-14)~(3-19)式は、現時点ではORNLから提案されている値である。また、 $C_{\alpha/ox}$ に(3-20)式を用いたことに対して、現時点では、5.1に述べた計算上の理由以外に、何らかの物理的意味を見出してはいない。

川崎らの研究によって得られた(5-4)~(5-6)式に含まれている誤差が、(5-7)~(5-9)式を媒介として、計算結果に反映していることは当然予測しうる。Table 3にみられるように、 J_D と J_C には、両者をできる限り一致させてもわずかな差が残る。特に、900°C、950°Cにおいて大きい。この差の計算値への反映を考慮する必要がある。ただし960°C、950°Cにおいて差は大きい、しかし、反応の絶対量が小さいゆえに、影響は小さいと思われる。

7.2 計算値と実験値の差の性格

温度履歴のパターンと、計算値と実験値の差との間に、特に系統性のある傾向は見られない。全体として、反応量の少ない場合、実験値が計算値を上回るが、絶対量としては小さいので、大きな問題ではない。また、Fig. 13に示したより実際のLOCA条件に近い温度履歴に対して、Fig.

24, Table 6 に示されたように, 比較的良い一致がみられる。

7.3 酸化した試料の延性変化

Fig. 25 は, 扁平試験によって調べられた酸化後試料の延性変化を示している。Fig. 25 の(A)は, 1200°C等温酸化, およびFig. 10 に示した温度履歴で酸化した試料についてのデータ (B)は, 1150°C等温酸化, およびFig. 11 に示した 1150°C での等温反応部分の時間が 190 sec の温度履歴で酸化した試料についてのデータ, (C)は同様に, 1100°C等温酸化, およびFig. 11 に示した 1100°C での等温反応部分の時間が 300 sec の温度履歴で酸化した試料についてのデータを, それぞれプロットした。Fig. 25 に記されたデータからは, 等温反応後室温まで急冷された試料と, 等温反応から様々な冷却速度で 900°Cないしは 800°Cまで冷却した後に室温まで急冷した試料とでは, 扁平試験による最大荷重の 80%までの Deflection にわずかな差のある傾向がみられる。一方, MAPI の研究例では, 扁平試験において最初にクラックを生じた荷重は, 冷却速度の低い試料の方が少ない。その理由として, 冷却中に β 相にもろい α -incursion がクサビ状に析出し, その析出相の中をクラックが伝わるので, 延性が低下するとの説明がされている。 α -incursion は, α - β 相境界から, α 相が β 相の内部へ向かって成長したものとされているが, しかし, Photo. 2~Photo. 14 にも見られるように, そのような α -incursion は短く, 延性低下の効果は多少はあっても, 扁平試験の結果に明白に表われるほど大きいとは考えにくい。また, β 相中の α の不均一析出は, ある速度以下で冷却すれば確かに生じ, Photo. 5 などにも見られるが, この析出が延性を変化させることは確かだが, 著しく低下させるとは考えにくい。なぜなら, 析出相の大きさ, および酸素の拡散速度から考えて, $10^1 \sim 10^2$ 秒の冷却時間内に, 酸素が β 相中を拡散して Oxide の内側にあるような高濃度酸素のもろい α 相が形成されるとは, 考えにくいからである。ちなみに, 950°Cにおける酸素の拡散定数を, α 相で D_α , β 相で D_β , とすると, $D_\alpha = 4.7 \times 10^{-2} \text{ cm}^2/\text{sec}$, $D_\beta = 2.4 \times 10^{-7} \text{ cm}^2/\text{sec}$ である。ここで $t = 50 \text{ sec}$ とすると, $\sqrt{D_\alpha t} = 4.85 \mu\text{m}$, $\sqrt{D_\beta t} = 34.6 \mu\text{m}$ となる。

7.4 酸素濃度分布の実測について

PRECIP-II においては, 計算値と比較すべき実験値は, 本研究で扱ったところの重量増, Oxide, α 相の各厚みのほかに, 半径方向の酸素濃度分布がある。この実測データが今後得られれば, 計算結果のより精密な検討が可能となる。

8. 結 論

ジルカロイ被覆管の水蒸気酸化を模擬するコンピューターコード PRECIP-II を開発した。このコードは SIMTRAN-I の改良・拡張バージョンである。様々な温度履歴に対する酸化反応の計算と実験を行い, 重量増, Oxide, α 相厚みについて, 計算値と実験値の比較を行った。その

24, Table 6 に示されたように, 比較的良い一致がみられる。

7.3 酸化した試料の延性変化

Fig. 25 は, 扁平試験によって調べられた酸化後試料の延性変化を示している。Fig. 25 の(A)は, 1200°C等温酸化, およびFig. 10 に示した温度履歴で酸化した試料についてのデータ (B)は, 1150°C等温酸化, およびFig. 11 に示した 1150°C での等温反応部分の時間が 190 sec の温度履歴で酸化した試料についてのデータ, (C)は同様に, 1100°C等温酸化, およびFig. 11 に示した 1100°C での等温反応部分の時間が 300 sec の温度履歴で酸化した試料についてのデータを, それぞれプロットした。Fig. 25 に記されたデータからは, 等温反応後室温まで急冷された試料と, 等温反応から様々な冷却速度で 900°Cないしは 800°Cまで冷却した後に室温まで急冷した試料とでは, 扁平試験による最大荷重の 80%までの Deflection にわずかな差のある傾向がみられる。一方, MAPI の研究例では, 扁平試験において最初にクラックを生じた荷重は, 冷却速度の低い試料の方が少ない。その理由として, 冷却中に β 相にもろい α -incursion がクサビ状に析出し, その析出相の中をクラックが伝わるので, 延性が低下するとの説明がされている。 α -incursion は, α - β 相境界から, α 相が β 相の内部へ向かって成長したものとされているが, しかし, Photo. 2~Photo. 14 にも見られるように, そのような α -incursion は短く, 延性低下の効果は多少はあっても, 扁平試験の結果に明白に表われるほど大きいとは考えにくい。また, β 相中の α の不均一析出は, ある速度以下で冷却すれば確かに生じ, Photo. 5 などにも見られるが, この析出が延性を変化させることは確かだが, 著しく低下させるとは考えにくい。なぜなら, 析出相の大きさ, および酸素の拡散速度から考えて, $10^1 \sim 10^2$ 秒の冷却時間内に, 酸素が β 相中を拡散して Oxide の内側にあるような高濃度酸素のもろい α 相が形成されるとは, 考えにくいからである。ちなみに, 950°Cにおける酸素の拡散定数を, α 相で D_α , β 相で D_β , とすると, $D_\alpha = 4.7 \times 10^{-2} \text{ cm}^2/\text{sec}$, $D_\beta = 2.4 \times 10^{-7} \text{ cm}^2/\text{sec}$ である。ここで $t = 50 \text{ sec}$ とすると, $\sqrt{D_\alpha t} = 4.85 \mu\text{m}$, $\sqrt{D_\beta t} = 34.6 \mu\text{m}$ となる。

7.4 酸素濃度分布の実測について

PRECIP-II においては, 計算値と比較すべき実験値は, 本研究で扱ったところの重量増, Oxide, α 相の各厚みのほかに, 半径方向の酸素濃度分布がある。この実測データが今後得られれば, 計算結果のより精密な検討が可能となる。

8. 結 論

ジルカロイ被覆管の水蒸気酸化を模擬するコンピュータコード PRECIP-II を開発した。このコードは SIMTRAN-I の改良・拡張バージョンである。様々な温度履歴に対する酸化反応の計算と実験を行い, 重量増, Oxide, α 相厚みについて, 計算値と実験値の比較を行った。その

結果、下記の結論が得られた。

- (1) 等温酸化反応の計算から求めた反応速度定数を、川崎らが実験的に求めた値と一致させるためには、 α 相の α -Oxide相境界の酸素濃度を、従来報告されている平衡酸素濃度の約1.05～1.47倍(1000～1300℃)に設定することが必要である。
- (2) 時間的に変化する温度履歴の反応において、計算値と実験値との差は、多くの場合±10%以内におさまり、比較的良い一致をみせている。また、よりLOCA条件に近い温度履歴の場合も一致の程度は良い。

さらに、一部の試料については、扁平試験で延性変化を調べたが、酸化温度から急冷した試料より徐冷した試料の方がわずかだが延性の低下する傾向がみられた。

謝 辞

本研究においては、コンピュータープログラムの設計、修正、テストランなどにおいて、CRC*の大坪直昭氏の多大な尽力をいただきました。ここに深く感謝の意を表します。

* Century Research Center, Tokyo, JAPAN

結果、下記の結論が得られた。

(1) 等温酸化反応の計算から求めた反応速度定数を、川崎らが実験的に求めた値と一致させるためには、 α 相の α -Oxide相境界の酸素濃度を、従来報告されている平衡酸素濃度の約1.05～1.47倍(1000～1300℃)に設定することが必要である。

(2) 時間的に変化する温度履歴の反応において、計算値と実験値との差は、多くの場合±10%以内におさまり、比較的良い一致をみせている。また、よりLOCA条件に近い温度履歴の場合も一致の程度は良い。

さらに、一部の試料については、扁平試験で延性変化を調べたが、酸化温度から急冷した試料より徐冷した試料の方がわずかだが延性の低下する傾向がみられた。

謝 辞

本研究においては、コンピュータープログラムの設計、修正、テストランなどにおいて、CRC*の大坪直昭氏の多大な尽力をいただきました。ここに深く感謝の意を表します。

* Century Research Center, Tokyo, JAPAN

References

- (1) S. Malang: "A Computer Code for the Simultaneous Calculation of Oxygen Distributions and Temperature Profiles in Zircaloy during Exposure to High-Temperature Oxidizing Environments", ORNL-5083. Nov., 1975
- (2) 鈴木元衛, 他: 日本原子力学会昭和52年度燃料材料分科会 (1977)
- (3) EPRI: A Study of Zircaloy-4-Steam Oxidation Reaction Kinetics, EPRI-NP-225, Sept. 1976
- (4) R.F. Domagala und D.J. McPherson: Trans. AIME 200 (1954) 238
- (5) E. Gebhardt T. H.D. Seghezzi, W. Dürrschenabel: Der Elektrische Widerstand von Sauerstoffhaltigen Zirkonium, J. Nucl. Mater. 4, No.3 (1961) 241~254
- (6) H.M. Chung, A.M. Garde, T.F. Cassner: Pseudobinary Zircaloy-Oxygen Phase Diagram, ANL-75-58, Sept. 1975, 56
- (7) R.E. Pawel: Oxygen Diffusion in Oxide and Alpha Zircaloy Phases, ORNL/NUREG-5, Oct. 1976, 14
- (8) R.A. Perkins: Diffusion of Oxygen in β -Zircaloy, ORNL-NUREG/TM-17, May, 1976
- (9) R.A. Perkins: Oxygen-18 Diffusion in β -Zircaloy, ORNL-NUREG/TM-19, July, 1976
- (10) 古田照夫・川崎 了・橋本政男・大友 隆: JAERI-M 6601, June 1976.
- (11) 鈴木元衛・川崎了・古田照夫: JAERI-M 6879, January, 1977
- (12) 川崎 了: 水蒸気流中での等温酸化試験, JAERI-M 7247, Aug. 1977, 9
- (13) J.V. Cathcart: Isothermal Reaction Kinetics of Zircaloy-4, ORNL/NUREG/TM-41, Aug. 1976, 28
- (14) J.V. Cathcart, R.E. Pawel, R.A. McKee, R.E. Drushel, G.J. Yurek, J.J. Campbell, S.H. Jury: Zirconium Metal-Water Oxidation Kinetics IV. ORNL/NUREG-17, Aug. 1977, 100~120
- (15) J.R. Eifert, D.A. Chatfield, G.W. Powell, J.W. Spretnak: Trans. TMS-AIME 242, (1968) 66
- (16) G.W. Powell, R. Schuhmann, Jr.: Trans. TMS-AIME 245, (1969) 961
- (17) Frank V. Nolbi, Paul G. Shewmon, James S. Foster: Metallurgical Trans., 2291 (1970) 1
- (18) K. Komatsu, Y. Takada, M. Mizuta, S. Takahashi: The Effects of Oxidation Temperature and Slow-Cooldown on Ductile-Brittle Behavior of Zircaloy Fuel Cladding, MAPI-TM-525 (1977)

- (19) M.W. Mallet, W.M. Albrecht, P.R. Wilson: The Diffusion of Oxygen in Alpha and Beta Zircaloy-2 and Zircaloy-3 at High Temperatures, J. Electrochem. Soc. 106, (1959) 181~184
- (20) J. Debuigne, "Contribution a l'étude de l'oxidation du zirconium et de la diffusion de l'oxygène dans l'oxyde et dans le métal, Metaux, Corros. et Ind. 501 (1967) 186~207

Table 1 Chemical Composition of Zircaloy - 4

Element	Sn	Fe	Cr	Fe+Cr+Ni	Al	B	Cd	Co
Content (w/o)	1.46	0.22	0.10	0.32	0.0063	<0.00005	<0.00005	<0.0005
Element	Cu	Hf	Mn	Si	Ti	W	U	Pb
Content (w/o)	0.0010	0.0083	<0.001	0.0030	0.0010	<0.0010	<0.00035	<0.0010
Element	Cl	Mg	Ca	C	O	H	N	Zr
Content (w/o)	<0.0020	<0.0005	<0.0005	0.0080	0.1280	0.0020	0.0018	Bal.

Table 2 Diffusion Constant of Oxygen in ZrO₂, α, and β-phase Zr and Zircaloy

Diffusion constants are shown as $D=A \exp(-B/RT)$ (cm²/sec)

Source	Phase	ZrO ₂		α		β	
		A	B	A	B	A	B
ORNL (Zry-4) ^{(7), (9)} (1000~1550°C)		0.1387 (+21% -18%)	34680 (±1.7%)	3.923 (+27% -21%)	51000 (±1.4%)	0.0263	28200
Mallet. et. al. ⁽¹⁹⁾ (Zry-2, 1000~1500°C)		Not Measured		0.196	41000	0.0453	28200 ±2400
Debuigne et. al. ⁽²⁰⁾ pure Zr, 1000~1200°C)		0.0775	34000	6.93	52400	0.977	41000
J-1 (1000~1300°C)		0.16888	35316.6	0.2973	43650.4	0.0263	28200

Table 3 Parabolic Rate Law Constants of Zircaloy-Steam Reaction ;
Comparison between the Experimental and Calculational Values

- K_w : Parabolic rate law constant of weight gain ($\text{mg}^2/\text{cm}^4 \cdot \text{sec}$)
 K_δ : Parabolic rate law constant of oxide phase thickness growth ($\mu\text{m}^2/\text{sec}$)
 K_α : Parabolic rate law constant of alpha phase thickness growth ($\mu\text{m}^2/\text{sec}$)
 J_D : Values of rate constants experimentally determined by JAERI
 J_C : Values of rate constants derived from the isothermal calculations performed by the use of Eq.(3-15)~(3-18), (3-20) and Eq.(5-1)~(5-3)
 J_C/J_D : The ratio of J_C to J_D
 O_{RD} : Values of rate constants experimentally determined by ORNL
 O_{RC} : Values of rate constants derived from the isothermal calculations performed by the use of the material properties determined or proposed by ORNL and ANL
 O_{RC}/O_{RD} : The ratio of O_{RC} to O_{RD}

Temp. ($^{\circ}\text{C}$)		$K_w(\text{mg}^2/\text{cm}^4 \cdot \text{sec})$	$K_\delta(\mu\text{m}^2/\text{sec})$	$K_\alpha(\mu\text{m}^2/\text{sec})$
900	J_D	1.218	4.482	3.999
	J_C	1.286	4.422	6.239
	J_C/J_D	1.056	0.9866	1.560
	O_{RD}	1.312	4.635	1.636
	O_{RC}	1.313	5.053	2.839
	O_{RC}/O_{RD}	1.001	1.090	1.735
950	J_D	2.487	8.406	8.314
	J_C	2.527	8.462	1.155
	J_C/J_D	1.016	1.007	1.389
	O_{RD}	2.643	8.696	3.806
	O_{RC}	2.562	9.572	6.284
	O_{RC}/O_{RD}	0.9694	1.101	1.651
1000	J_D	4.802	1.501	1.632
	J_C	4.843	1.518	1.780
	J_C/J_D	1.009	1.011	1.091
	O_{RD}	5.039	1.553	8.286
	O_{RC}	4.884	1.681	1.043
	O_{RC}/O_{RD}	0.9692	1.082	1.259

Table 3 Continued

Temp. (°C)		$K_w(\text{mg}^2/\text{cm}^4 \cdot \text{sec})$	$K\delta(\mu\text{m}^2/\text{sec})$	$K\alpha(\mu\text{m}^2/\text{sec})$
1050	J _D	8.821	2.564	3.043
	J _C	8.880	2.581	3.631
	J _C /J _D	1.007	1.007	0.9961
	O _{RD}	9.150	2.655	1.701
	O _{RC}	8.819	2.839	1.838
	O _{RC} /O _{RD}	0.9638	1.069	1.081
1100	J _D	1.550	4.213	5.424
	J _C	1.551	4.240	5.263
	J _C /J _D	1.001	1.006	0.9703
	O _{RD}	1.591	4.364	3.313
	O _{RC}	1.521	4.632	3.282
	O _{RC} /O _{RD}	0.9560	1.061	0.9906
1150	J _D	2.618	6.685	9.284
	J _C	2.610	6.734	9.101
	J _C /J _D	0.9969	1.007	0.9803
	O _{RD}	2.661	6.928	6.157
	O _{RC}	2.524	7.364	6.227
	O _{RC} /O _{RD}	0.9485	1.0629	1.011
1200	J _D	4.268	10.28	15.32
	J _C	4.250	10.372	15.507
	J _C /J _D	0.9958	1.009	1.012
	O _{RD}	4.297	10.658	10.973
	O _{RC}	4.048	11.323	11.138
	O _{RC} /O _{RD}	0.9421	1.0624	1.0150
1250	J _D	6.738	15.37	24.46
	J _C	6.725	15.484	25.298
	J _C /J _D	0.9981	1.007	1.034
	O _{RD}	6.725	15.940	18.827
	O _{RC}	6.299	16.976	19.056
	O _{RC} /O _{RD}	0.9367	1.065	1.012
1300	J _D	1.033	22.40	37.91
	J _C	1.0366	22.470	40.401
	J _C /J _D	1.003	1.003	1.066
	O _{RD}	1.0230	23.236	31.213
	O _{RC}	9.526	24.833	31.483
	O _{RC} /O _{RD}	0.9312	1.069	1.009

Table 4 Temperature Histories as Shown in Fig. 12 and Fig. 13

Temperature (°C) [time (sec)]

R.C : Rapidly (>80°C/sec) cooled down to room temperature

	Index	Temperature History (Temperature [time] →)
Fig. 12	L-1	120[0] → *500[30] → 1105[60] → 1105[65] → 500[95]* → → R.C.
	L-2	120[0] → *560[48] → 1105[110] → 1105[117] → 560[190]* → → R.C.
	L-3	120[0] → *560[140] → 1105[356] → 1105[373] → → 560[589]* → R.C.
	H-1	120[0] → *600[24] → 1200[52] → 1200[60] → 600[85]* → → R.C.
	H-2	120[0] → *500[36] → 660[48] → 1200[120] → 1200[126] → → 660[200]* → R.C.
	H-3	120[0] → *500[114] → 660[124] → 1200[340] → 1200[352] → → 660[568]* → R.C.
Fig. 13	A-1	120[0] → *400[12] → 1200[52] → 1200[102] → 800[202]* → → R.C.
	A-2	120[0] → *400[12] → 1200[52] → 1200[102] → 800[302]* → → R.C.
	B-1	120[0] → *400[12] → 1100[42] → 1100[128] → 800[202]* → → R.C.
	B-2	120[0] → *400[12] → 1100[42] → 1100[152] → 800[302]* → → R.C.
	C-1	120[0] → *400[10] → 1000[40] → 1000[150] → 800[200]* → → R.C.
	C-2	120[0] → *400[10] → 1000[40] → 1000[200] → 800[300]* → → R.C.
	D	120[0] → *300[20] → 1200[200] → 1200[260] → 800[300]* → → R.C.
	E	120[0] → *380[46] → 1100[200] → 1100[260] → 800[300]* → → R.C.
	F	120[0] → *280[36] → 1000[180] → 1000[300] → 800[320]* → → R.C.

Table 5 Comparison of Calculational and Experimental Values of Zircaloy-4 Oxidation

Temperature History^{*} : 100°C at 0sec → 1000°C at 12sec →
 → 1000°C at 152sec → 800°C at 232sec^(A) or 312sec^(B)
 → Rapidly Cooled off

Ratio : (Average Experimental/Calculational)

Cooling Rate from 1000 to 800°C : A=2.5 °C/sec, B=1.25 °C/sec

*		Weight Gain (mg/cm ²)	Oxide Thickness (μm)	Alpha Thickness (μm)
A	Experimental (Sx)	3.41	20.79(2.89)	22.70(2.43)
		3.25	19.71(1.88)	20.75(2.12)
	Calculational	3.008	17.29	20.75
	Ratio	1.107	1.171	1.047
B	Experimental (Sx)	3.49	21.31(1.92)	22.28(2.28)
		3.33	19.90(0.89)	21.05(0.83)
	Calculational	3.228	18.64	23.03
	Ratio	1.056	1.105	0.9407

Table 6 Ratio of the Calculational to Experimental Values of Weight Gain, Oxide Thickness, and Alpha Thickness of Oxidized Zircaloy-4 Tube

Temperature History, (Fig. No.)	Ratio (Experiment/Calculation)					
	Weight Gain		Oxide Thickness		Alpha Thickness	
	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.
240→1300°C (Fig. 8 Left)	1.1157	0.9412	1.1079	0.9444	1.0704	0.8968
240→1300→900°C (Fig. 8 Right)	1.2766	0.9142	1.1682	0.8797	1.1414	0.8996
120→620→1100°C (Fig. 9)	0.9971	0.9369	1.0036	0.9393	1.2583	1.0750
240→1200°C×56sec →900°C (Fig.10)	1.0173	0.9400	0.9641	0.8883	0.9257	0.8925
240→1200°C×145sec →900°C (Fig.10)	0.9784	0.9406	1.0348	0.8863	1.0253	0.9232
120→1150→900°C (Fig. 11)	1.0419	1.0012	1.0356	0.9912	1.0262	0.9472
120→1150→800°C (Fig. 11)	1.0597	1.0263	1.0992	1.0212	1.0327	0.9045
120→1100→900°C (Fig. 11)	1.0804	1.0122	1.0605	1.0200	1.0583	0.9711
120→1100→800°C (Fig. 11)	1.0836	1.0170	1.0777	1.0306	1.0002	0.9714
240→1200°C→660°C (Fig. 12)	1.1330	1.0888	1.1321	1.0786	1.0508	0.8942
240→1100→560°C (Fig. 12)	1.0982	1.0501	1.1016	0.8968	1.0613	0.9285

Table 6 Continued

Temperature History as Shown in Fig. 13	Ratio (Experiment/Calculation)		
	Weight Gain	Oxide Thickness	Alpha Thickness
A-1	1.0346	1.0434	0.9611
A-2	1.0469	1.0304	1.0140
D	1.0496	1.0486	0.9974
B-1	1.0703	1.0847	1.0302
B-2	1.1141	1.0973	1.0958
E	1.0688	1.0637	1.1263
C-1	1.0666	1.0521	1.0970
C-2	1.0414	1.0512	1.0162
F	1.0386	1.0541	1.2096

Table 7 Sensitivity of Computational Results with respect to the Density of Zry and ZrO₂

Isothermal reaction at 1100°C for 360° sec. is computed to estimate the dependence of weight gain (ΔW), thickness of oxide and alpha phase of outer surface on the values of ρ_{Zry} and ρ_{ZrO_2} .

* indicates the densities adopted in this study.

ρ_{Zry}	ρ_{ZrO_2}	ΔW (mg/cm ²)	Oxide (μm)	Alpha (μm)
6.49*	5.82*	7.4699	39.0232	43.3171
7.14	5.82	7.4837	38.8932	43.9747
6.49	5.24	7.4932	38.8202	44.4277
6.00	5.24	7.4784	38.9686	43.6866
7.14	6.40	7.4694	39.0562	43.0620
6.00	5.82	7.4527	39.1503	42.5664

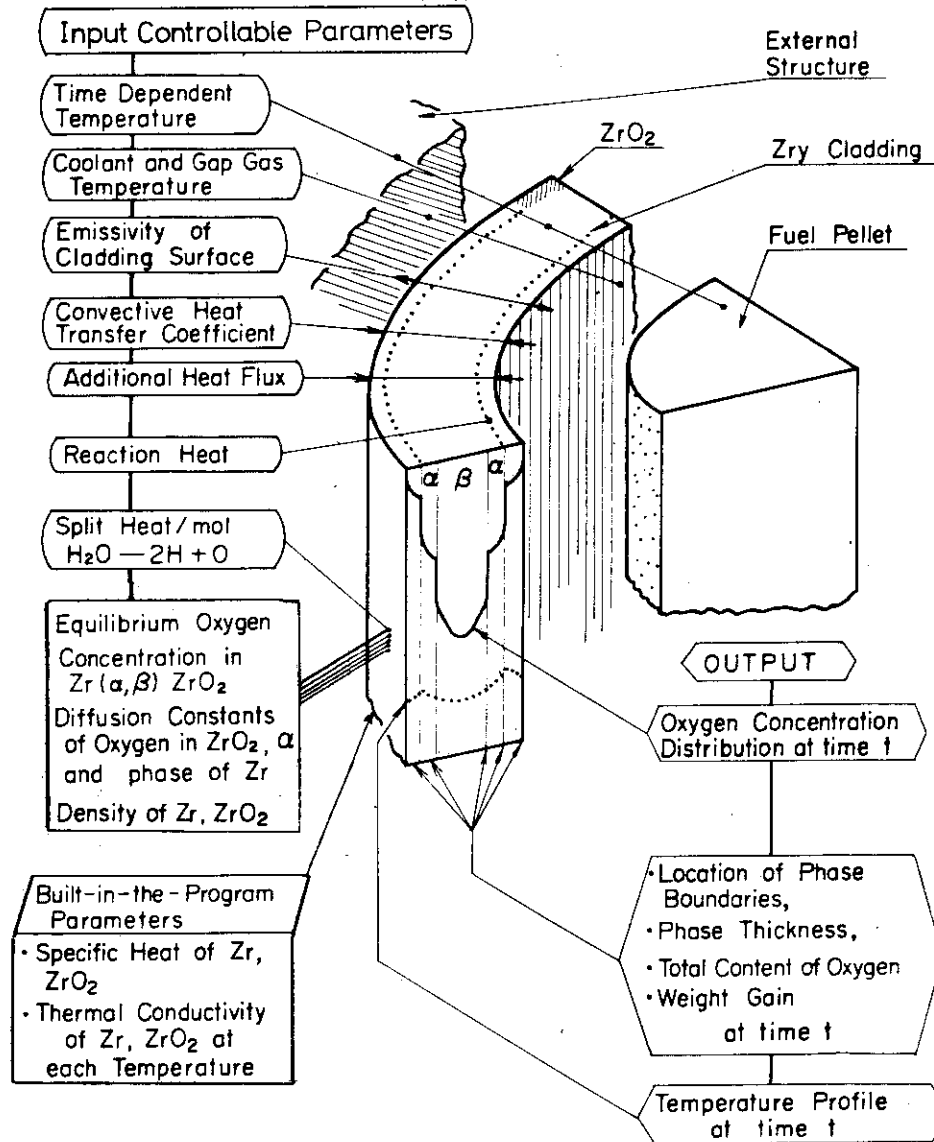


Fig. 1 Schematic Representation of PRECIP-II
 A Computer Code for the Simultaneous Calculation of Oxygen
 Distributions and Temperature Profiles in Zircaloy during
 Exposure to High Temperature Oxydizing Environments

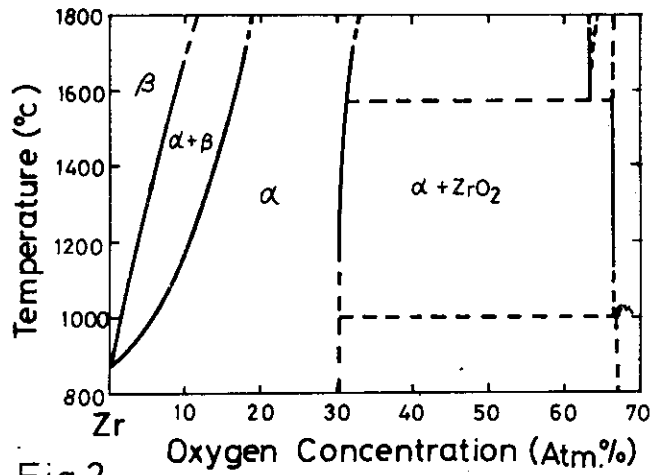


Fig.2 Zirconium Oxygen Phase Diagram

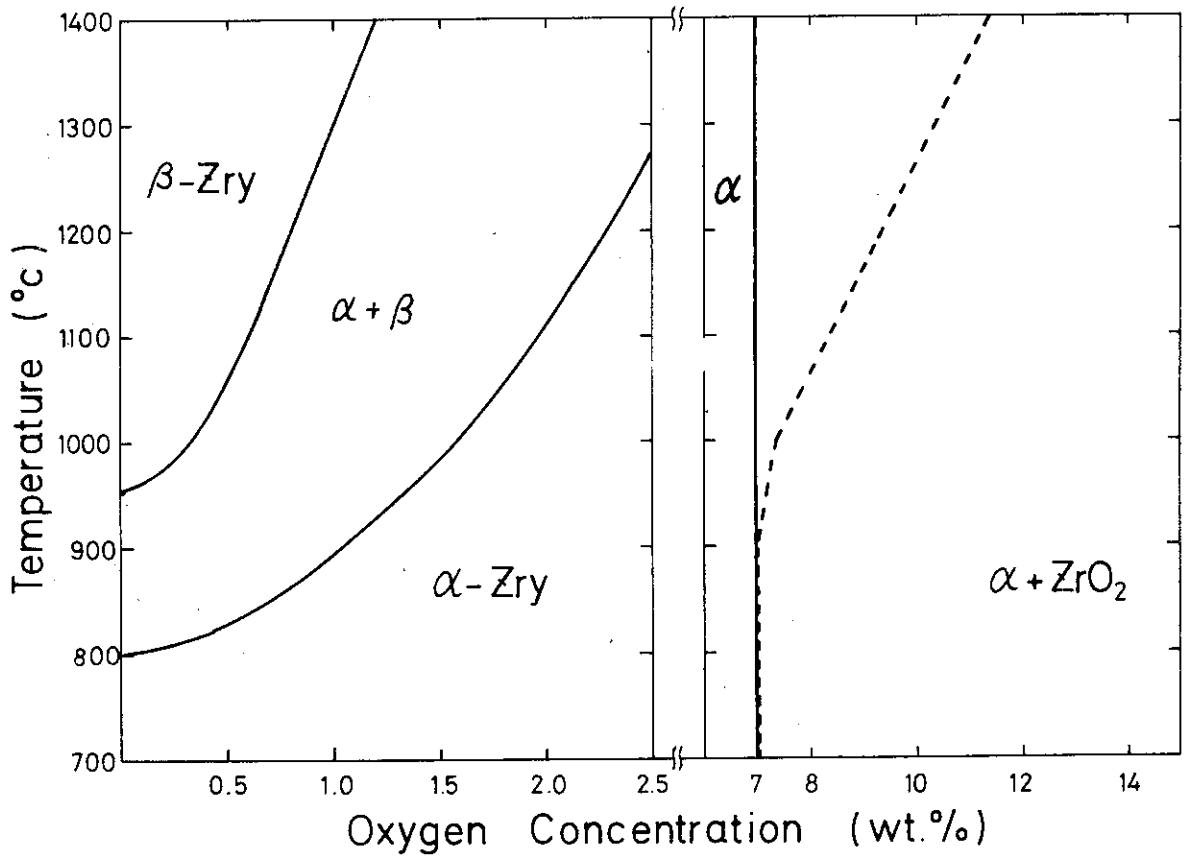


Fig.3 Pseudobinary Zircaloy - Oxygen Phase Diagram. Solid Line Corresponds to the Value Adopted by ORNL.

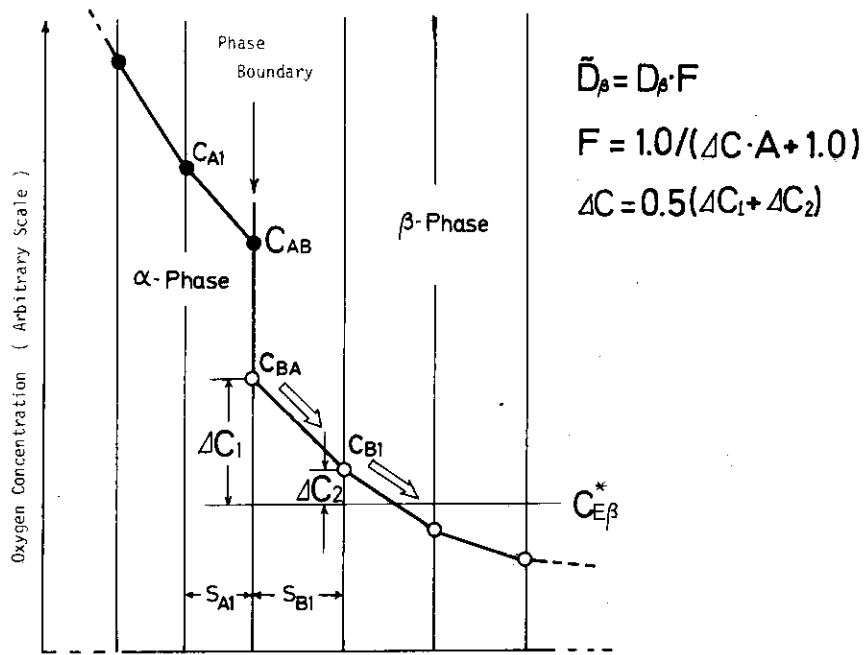


Fig. 4 Treatment of Oversaturation of β -Phase with Oxygen during Cooling Period

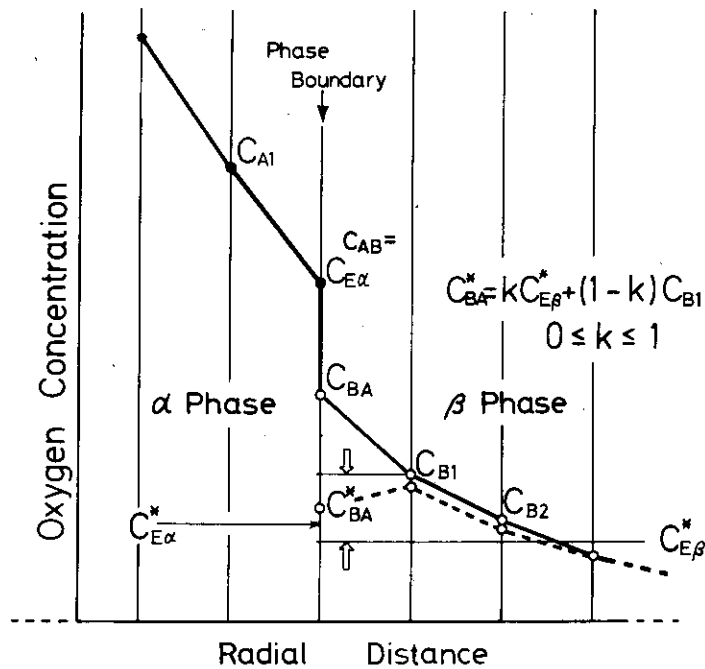
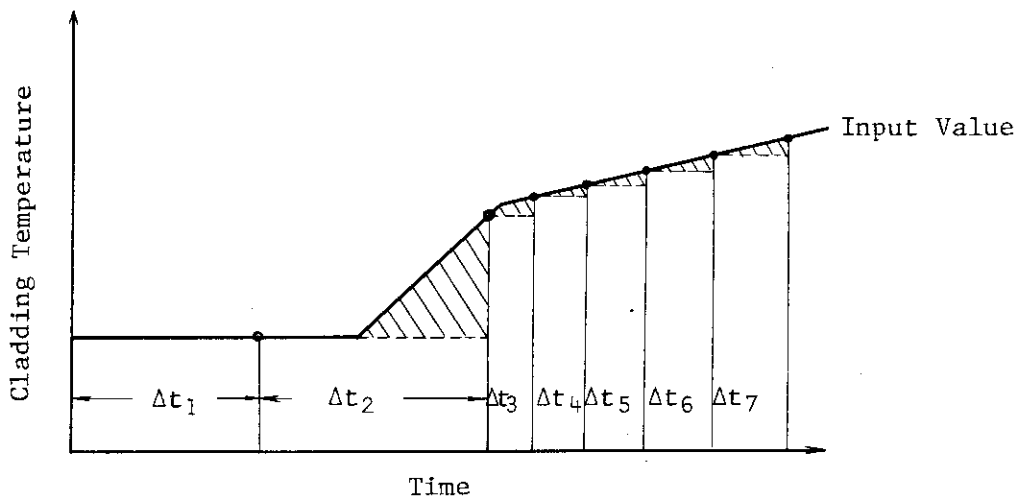
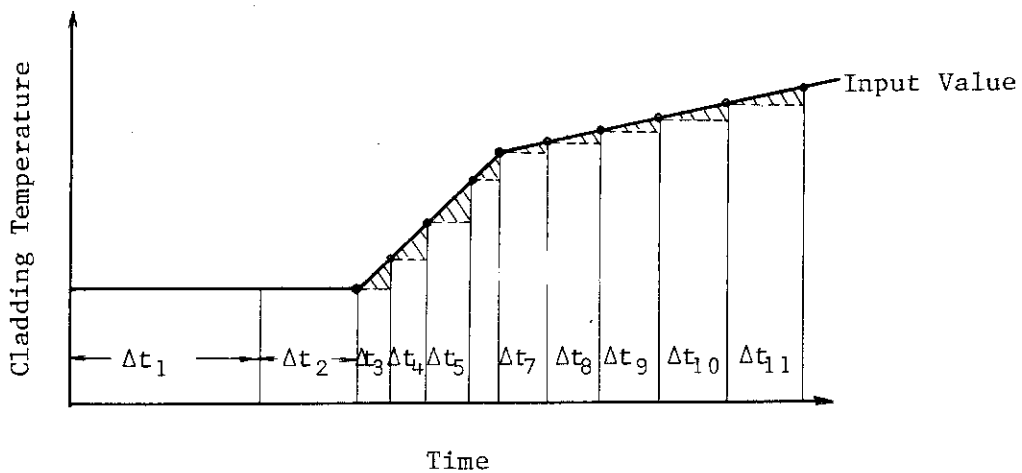


Fig. 5 Treatment of Boundary Concentrations of Alpha and Beta Phase during a Temperature Decreasing Period (* Indicates the Values at Next Time Step)



(A) SIMTRAN-I

Δt : width of each time mesh



(B) PRECIP-II

Fig. 6 Improvement on the method of time mesh control in accordance with the change of input variables. Hatched area will cause a calculational error.

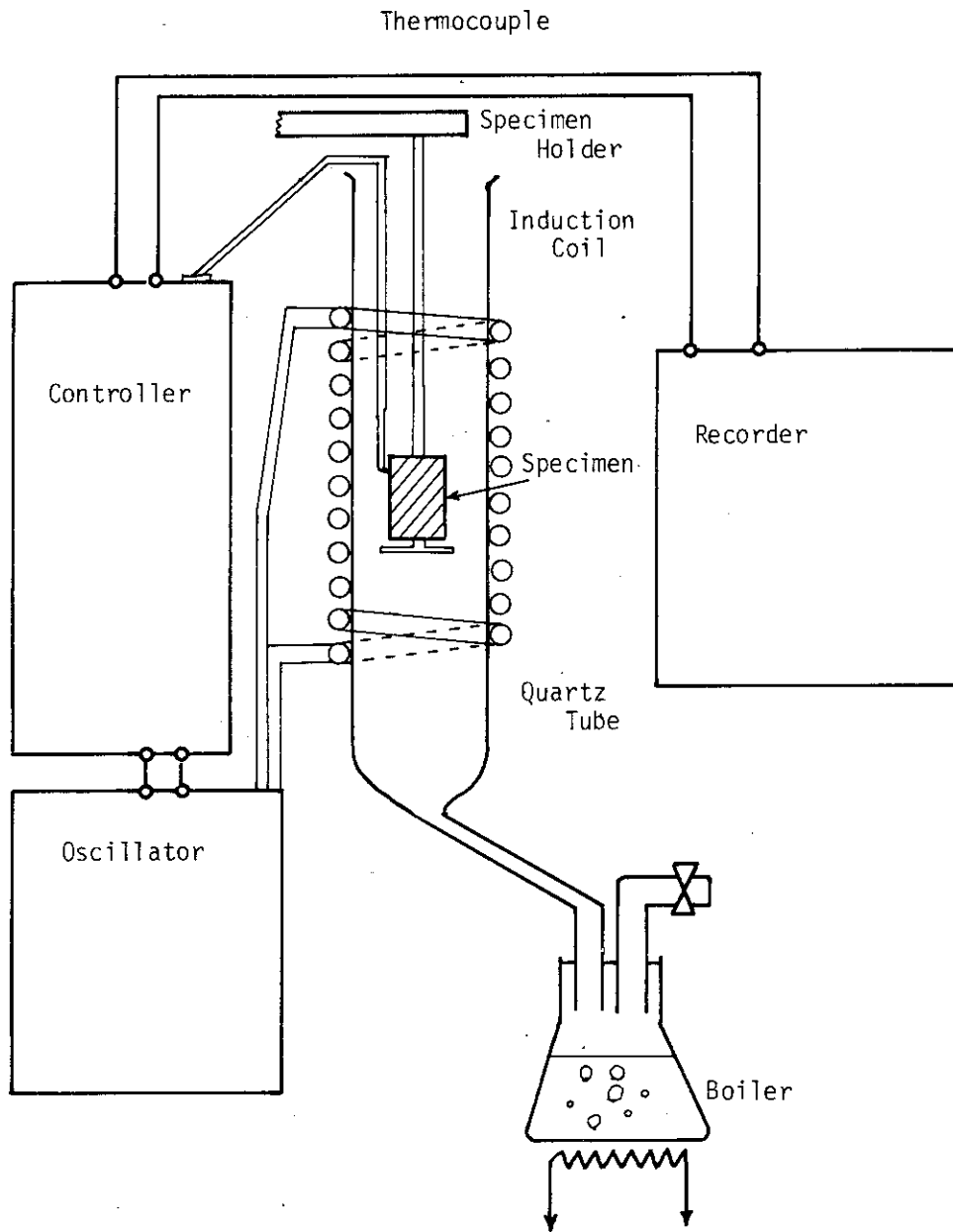


Fig. 7

Schematic Diagram of Apparatus for Zircaloy-4 Oxidation in Steam

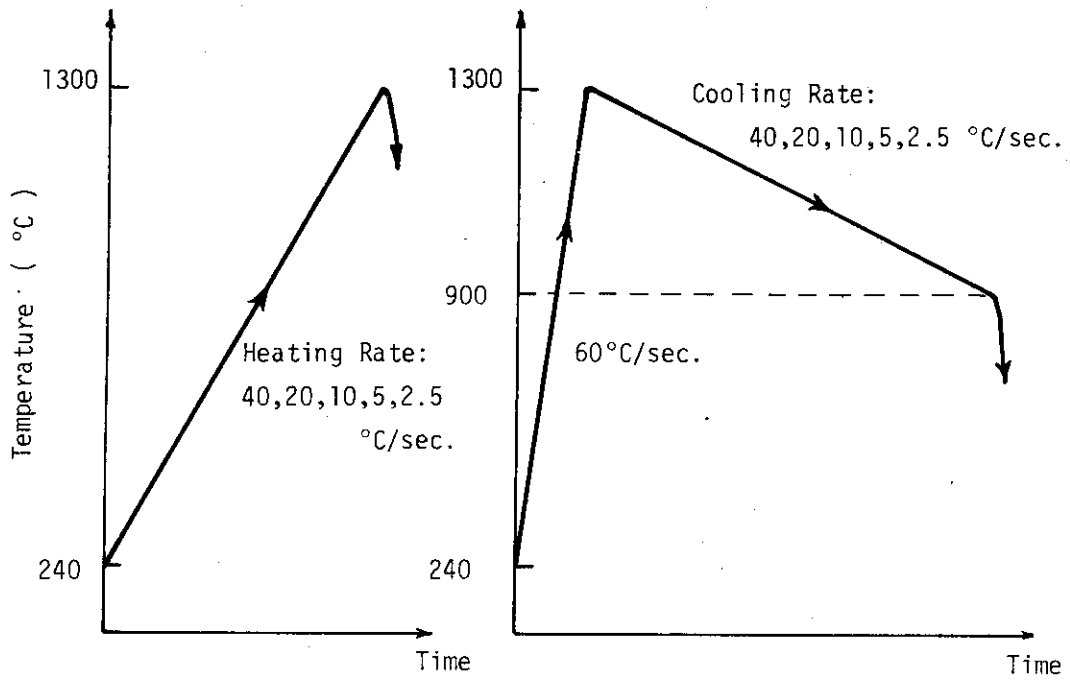
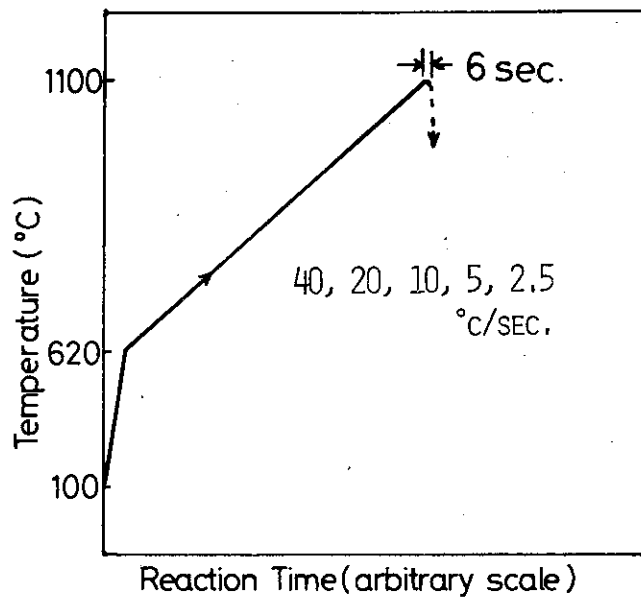


Fig.8 TEMPERATURE HISTORY OF THE OXIDATION OF ZIRCALLOY-4 SPECIMENS IN STEAM



TEMPERATURE HISTORY OF THE OXIDATION OF

Fig.9 ZIRCALLOY-4 SPECIMENS IN STEAM

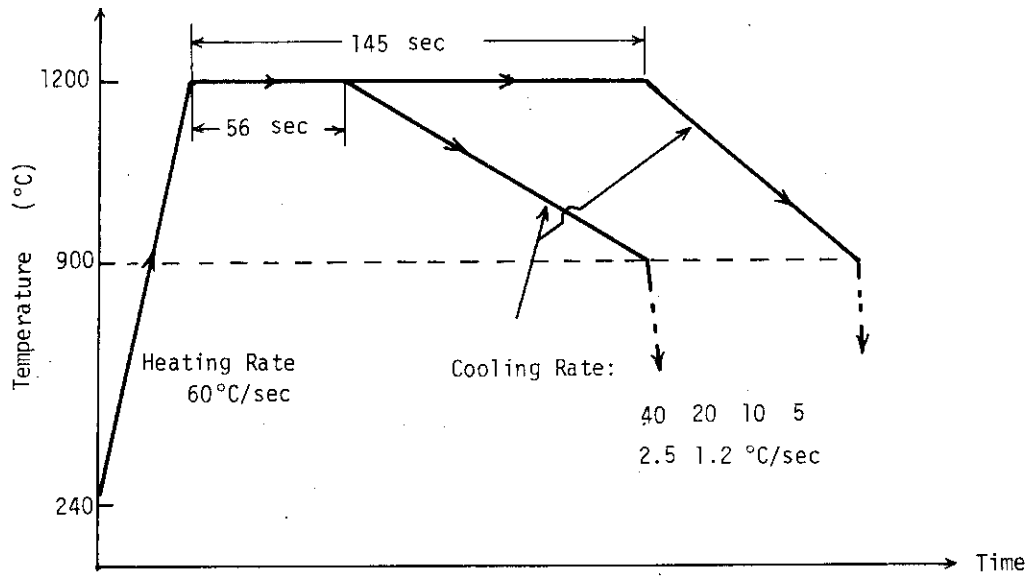


Fig.10 TEMPERATURE HISTORY OF THE OXIDATION OF ZIRCALLOY-4 SPECIMENS IN STEAM

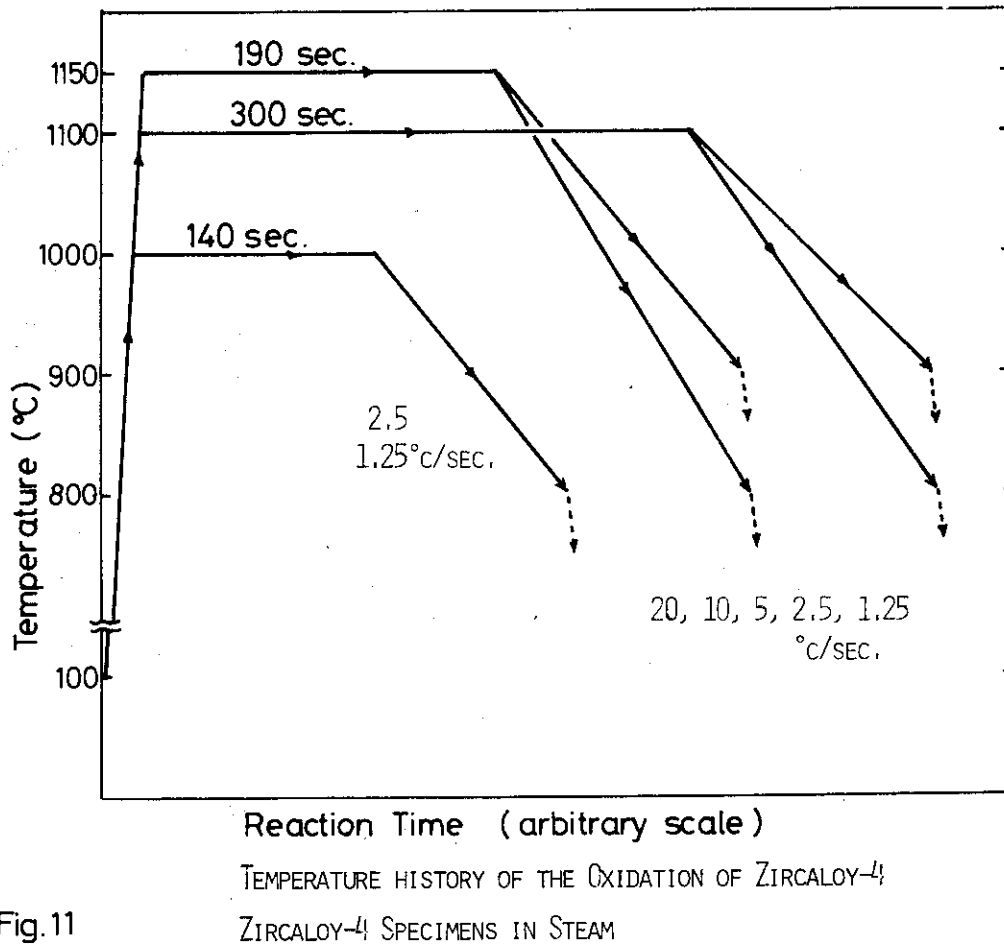


Fig.11

TEMPERATURE HISTORY OF THE OXIDATION OF ZIRCALLOY-4 SPECIMENS IN STEAM

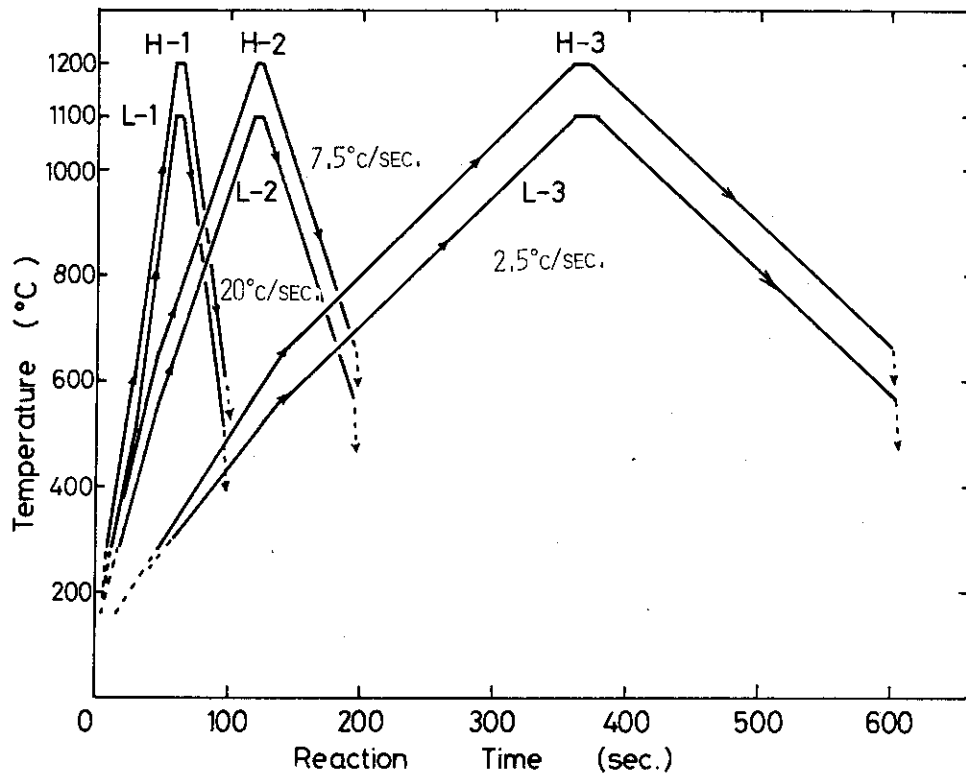


FIG.12 TEMPERATURE HISTORY OF THE OXIDATION OF ZIRCALOY-4 SPECIMENS IN STEAM

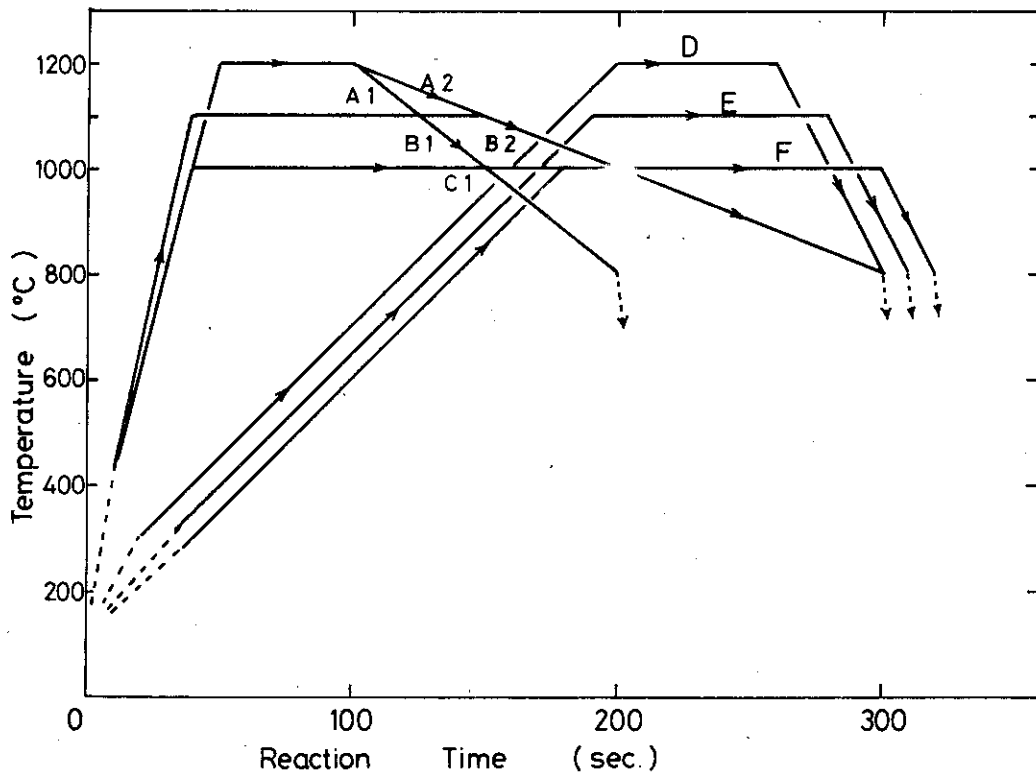


Fig.13 TEMPERATURE HISTORY OF THE OXIDATION OF ZIRCALOY-4 SPECIMENS IN STEAM

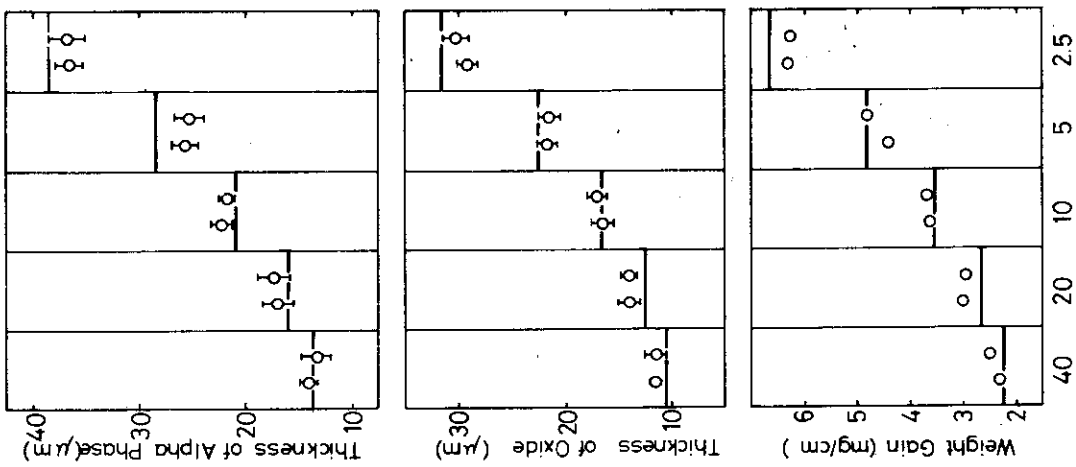


Fig.14 Heating Rate of Specimens from 240 to 1300 °C (°C/sec.) Comparison of Calculational Results(—) and Measured Data(o) of the Oxidation of Zircaloy-4 in Steam

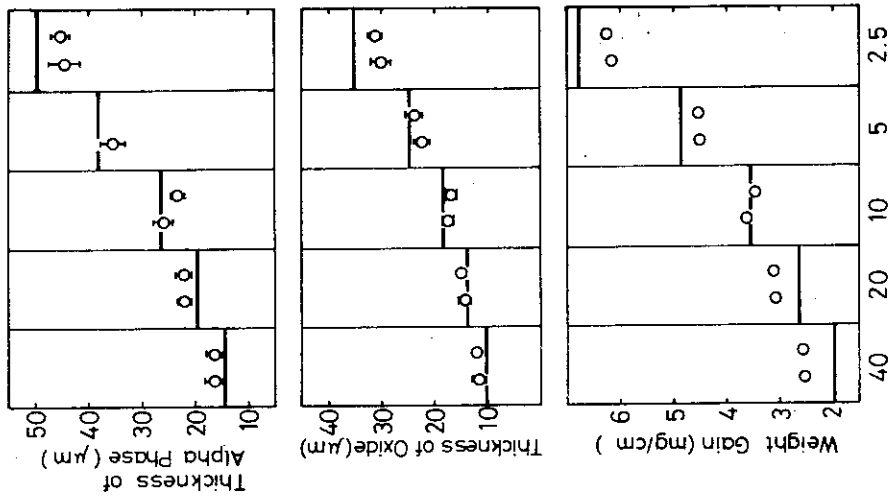


Fig.15 Cooling Rate of Specimens from 1300 to 900°C (°C/sec.) Comparison of Calculational Results(—) and Measured Data(o) of the Oxidation of Zircaloy-4 in Steam

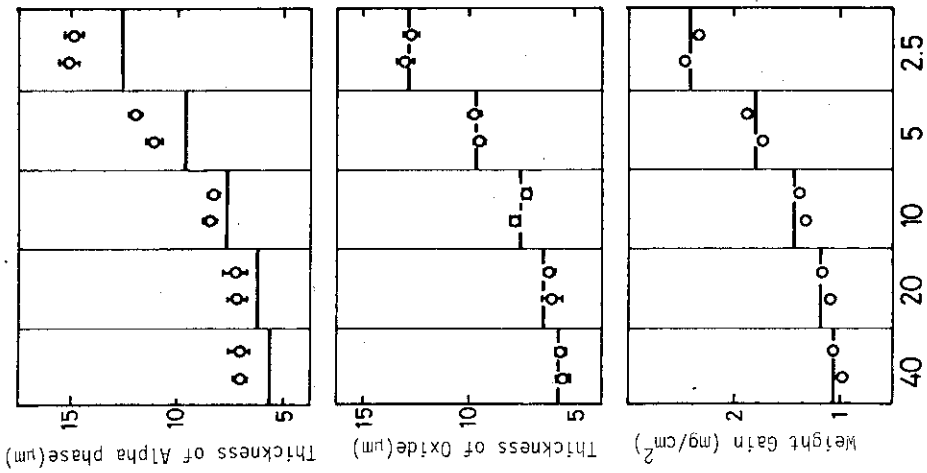
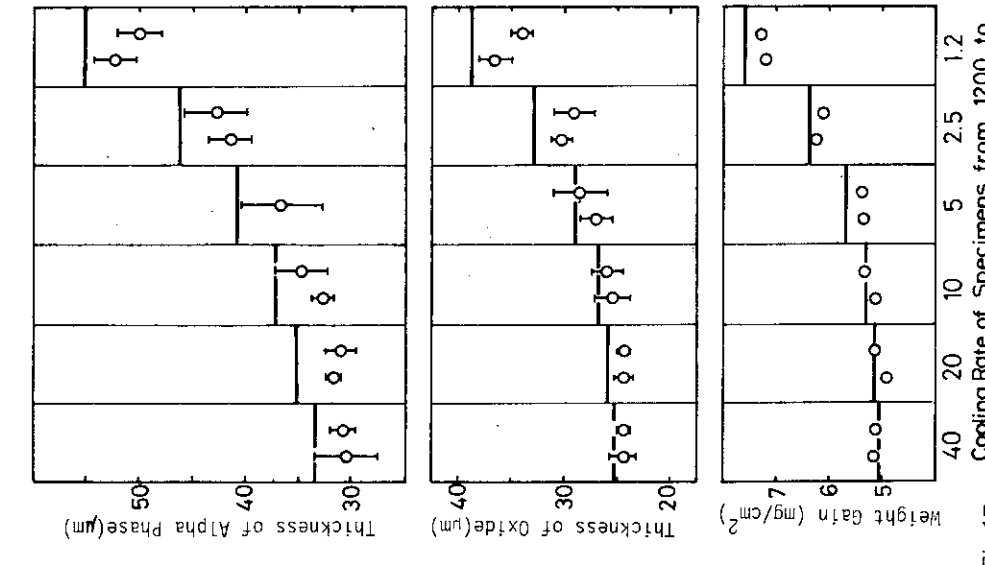
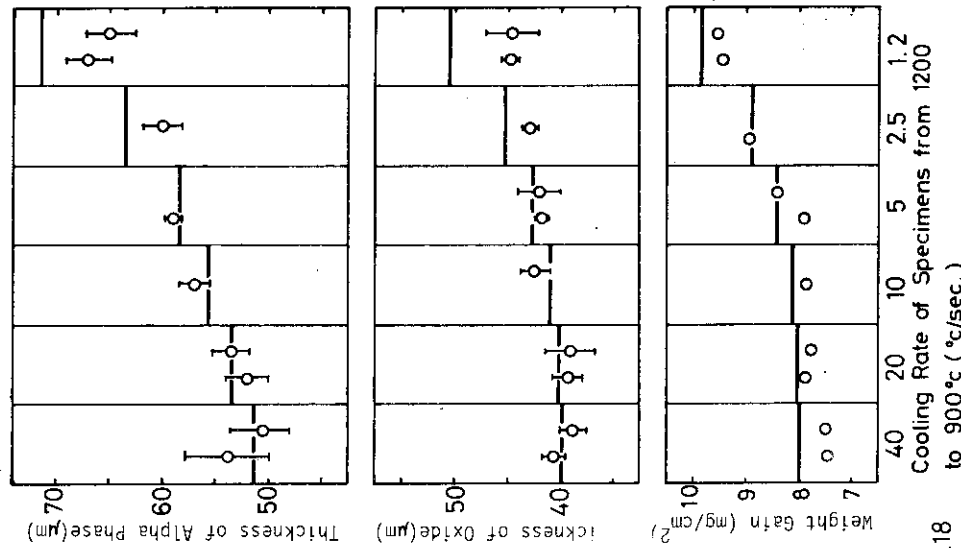
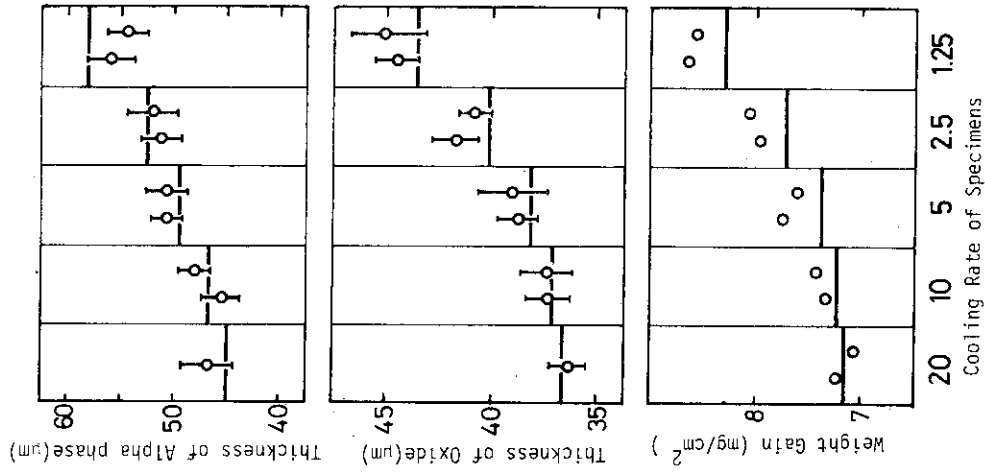


Fig.16 Heating Rate of Specimens from 620 to 1100°C (°C/sec.) Comparison of Calculational results(—) and Measured Data(o) of the Oxidation of Zircaloy-4 in Steam



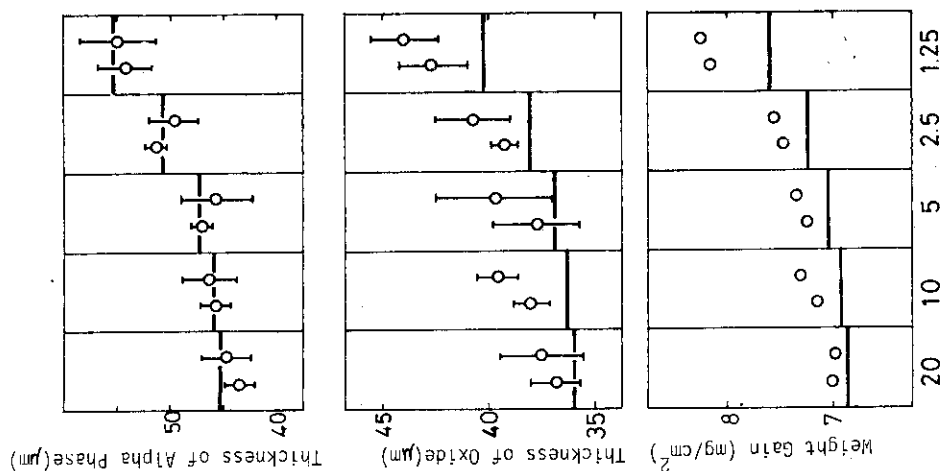


Fig.20 Comparison of Calculational Results(—) and Measured Data(○) of the Oxidation of Zircaloy-4 in Steam

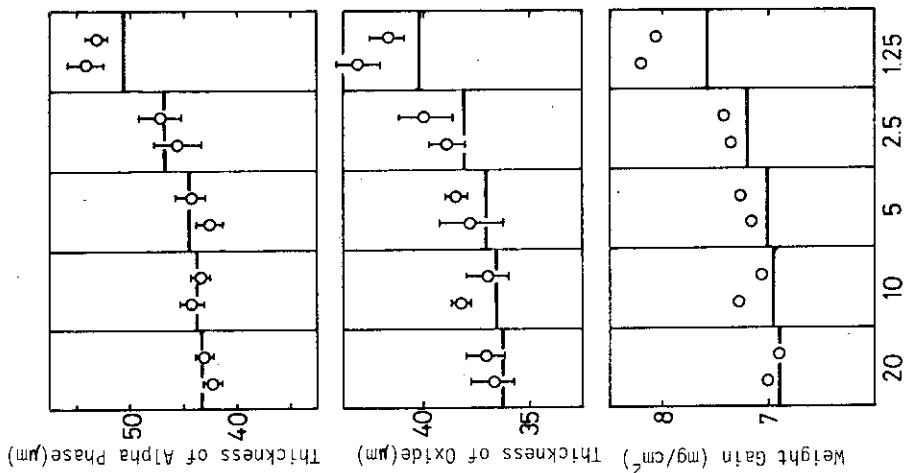


Fig.21 Comparison of Calculational Results(—) and Measured Data(○) of the Oxidation of Zircaloy-4 in Steam

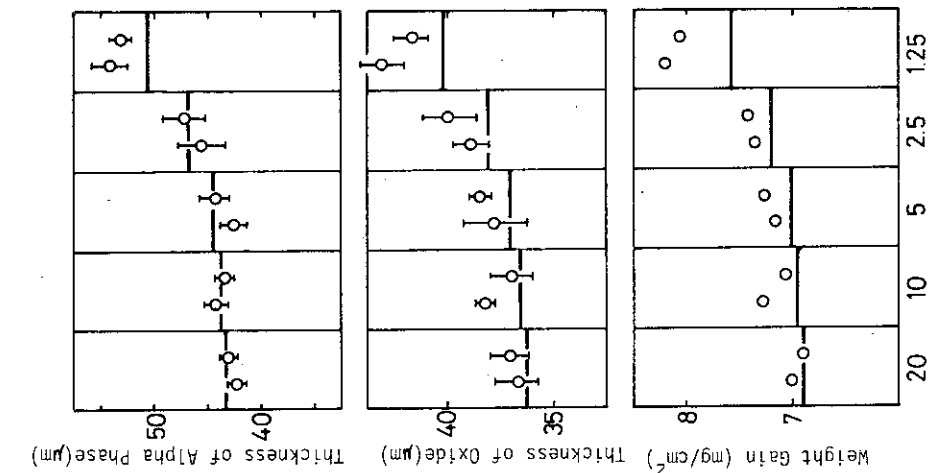


Fig.22 Comparison of Calculational Results(—) and Measured Data(○) of the Oxidation of Zircaloy-4 in Steam

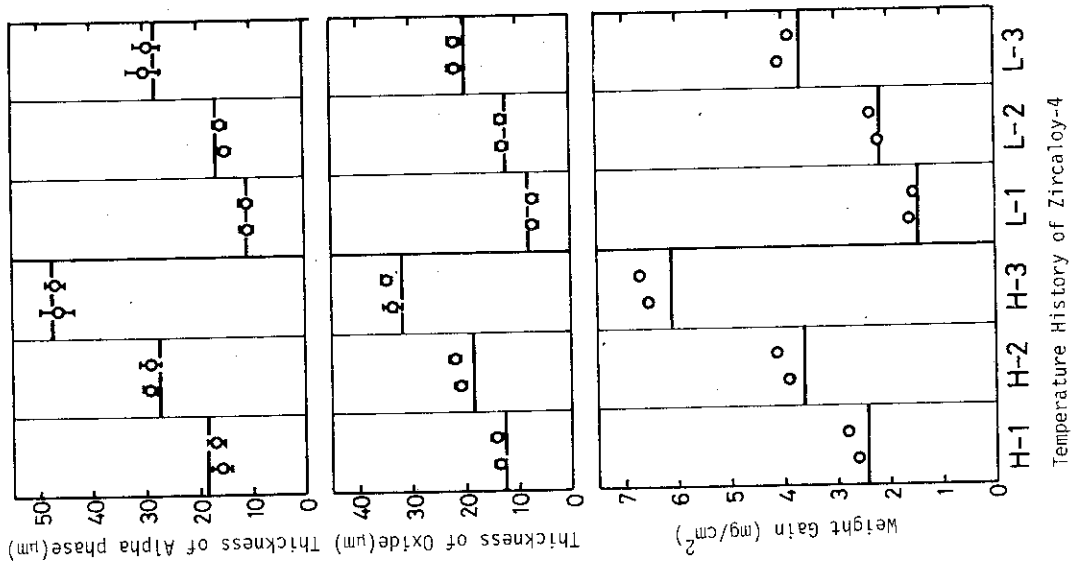


Fig. 23 Comparison of Calculational Results (—) and Measured Data (○) of the Oxidation of Zircaloy-4 in Steam

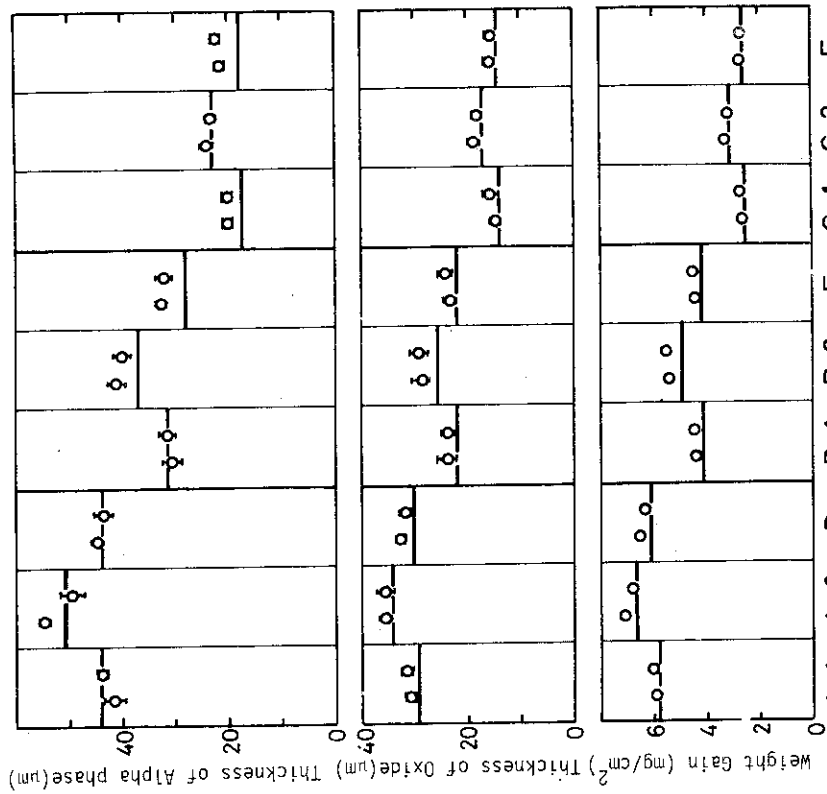


Fig. 24 Comparison of Calculational Results (—) and Measured Data (○) of Oxidation of Zircaloy-4 in Steam

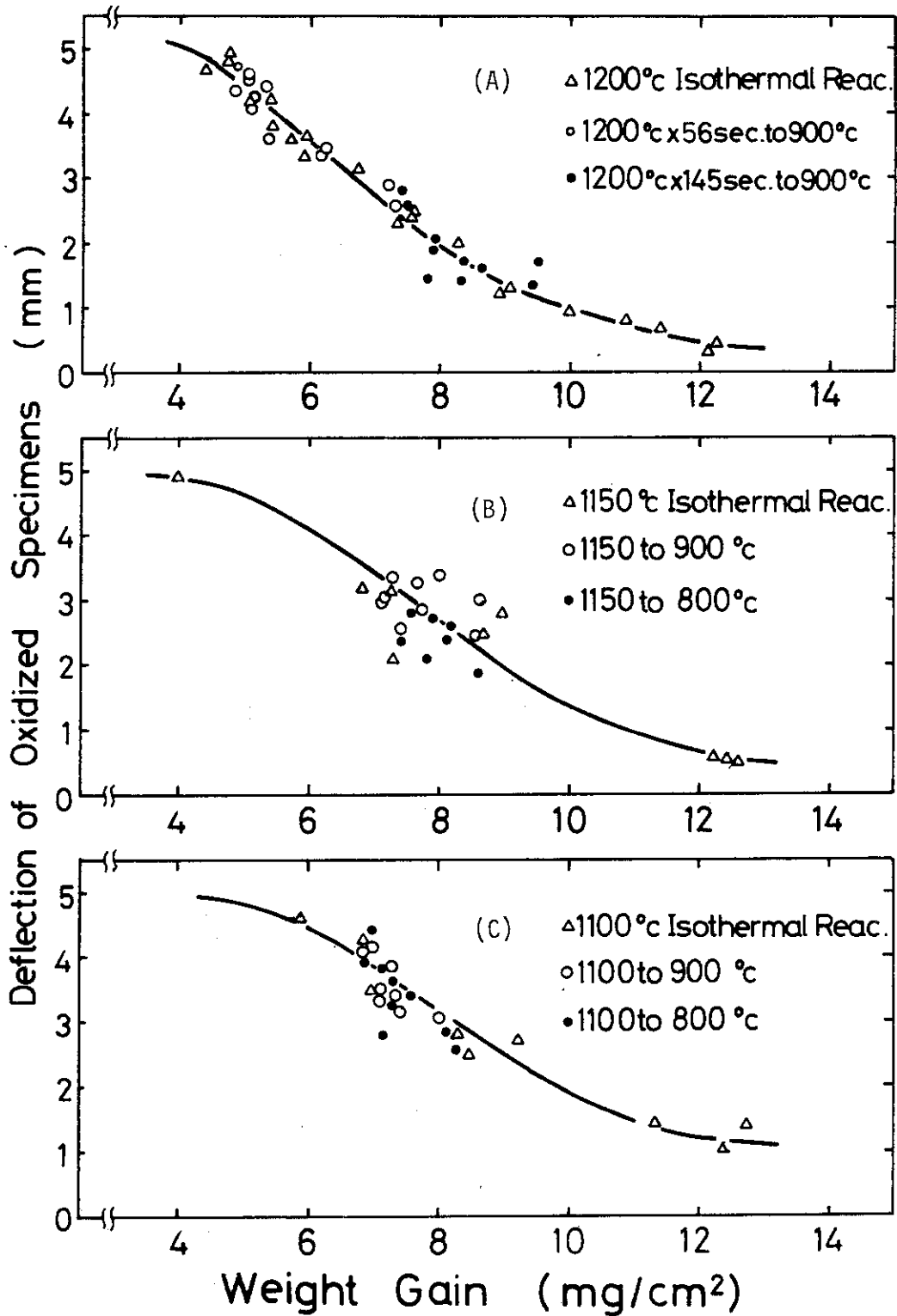


Fig.25 Ductilities of Steam Oxidized Zircaloy-4 Specimens, Measured by Ring Compression Test at 100°C, as Functions of Weight Gains and Reaction Temperature Histories

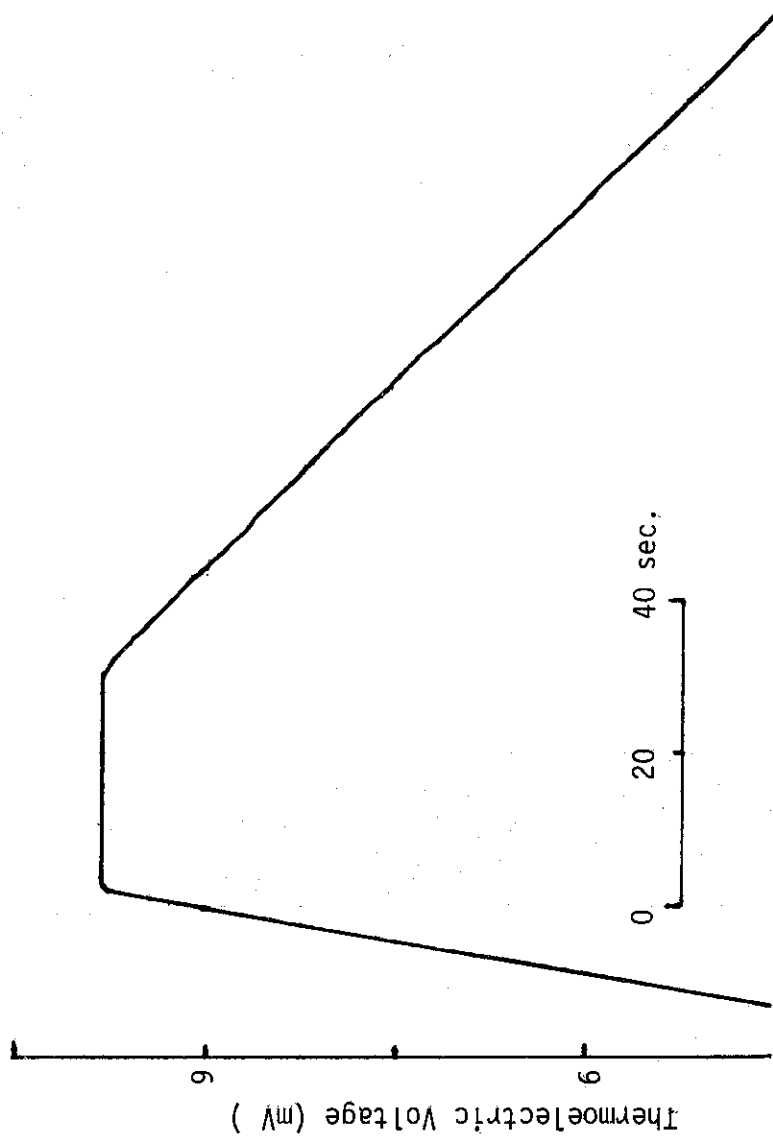


Fig.26 A Sample of Recorded Thermoelectric Voltage Occured by the Thermo-couple Made in Contact with Zircaloy-4 Specimen

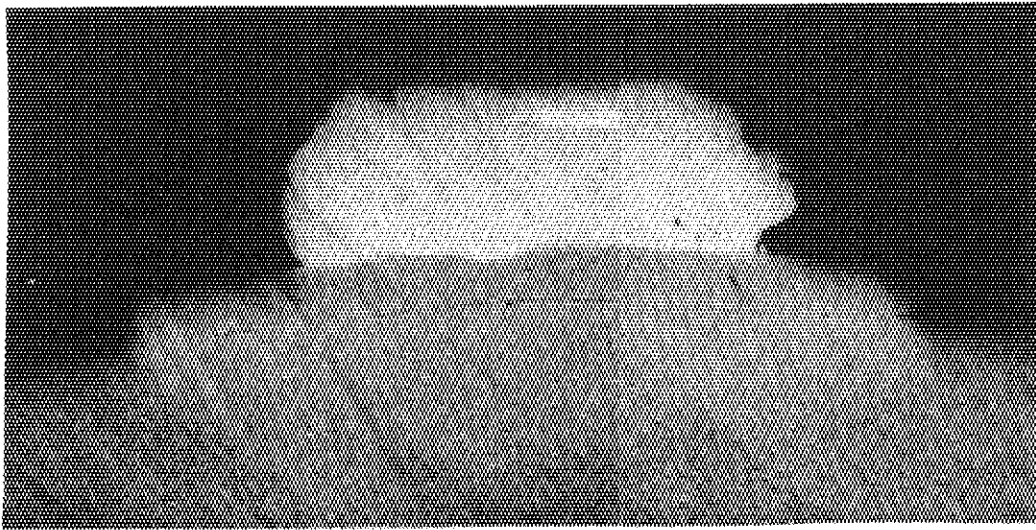


Photo.1. (A) Photomicrograph of a cross section of the junction of thermocouple and Zircaloy-4 specimen. (Before Oxidation)

└─ 0.1mm

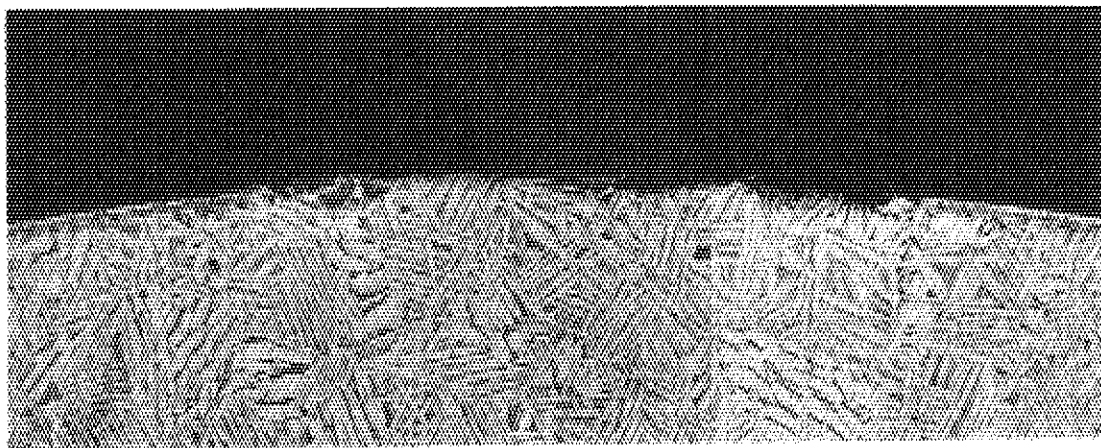


Photo.1. (B) Photomicrograph of a cross section of the junction site of oxidized specimen after mechanical removal of a thermocouple top and tantalum tip.

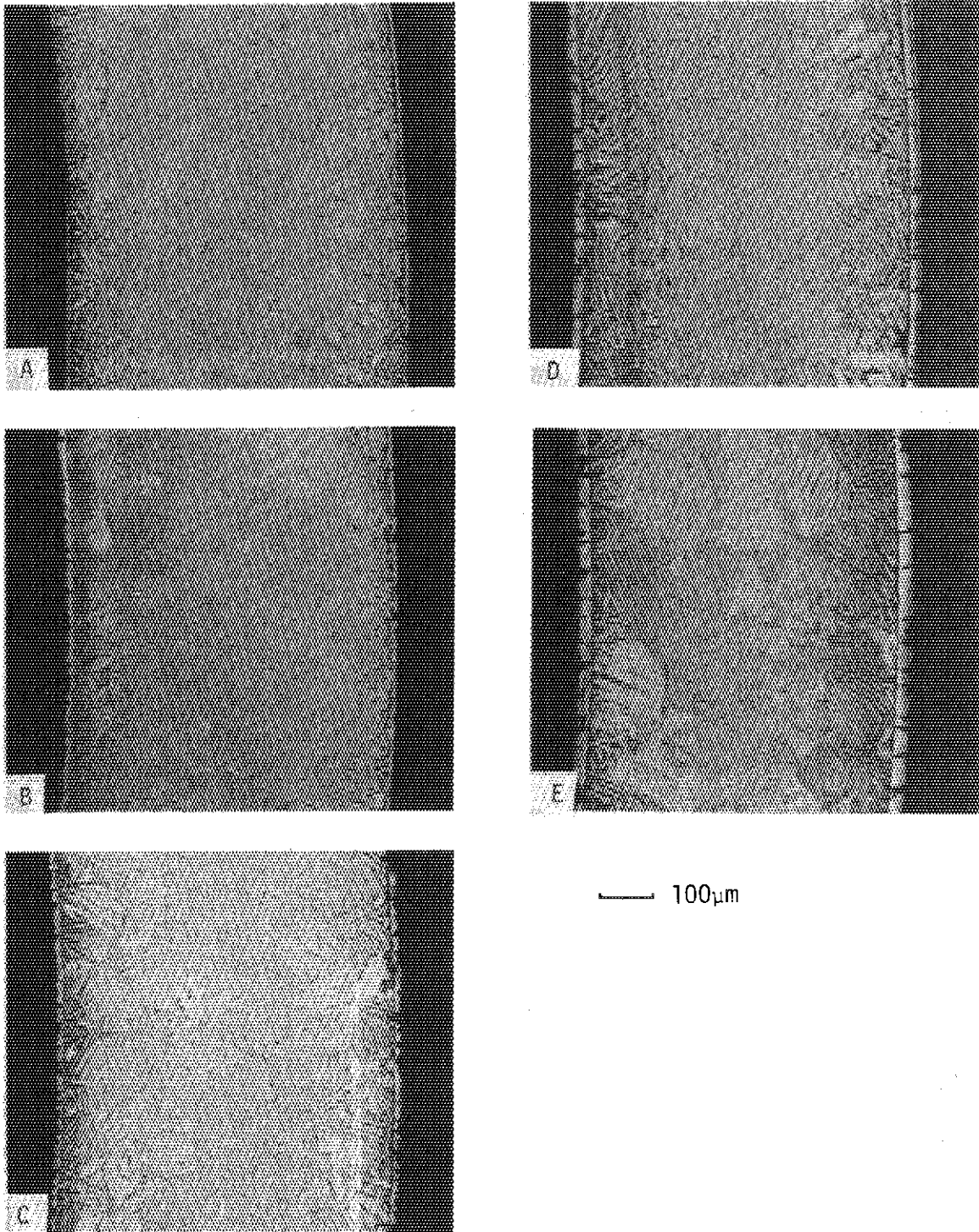


Photo.2 Photomicrographs of Oxidized Zircaloy-4 Structure
Heated up from 420 to 1300°C, then rapidly cooled off.
Heating Rate: A=40, B=20, C=10, D=5, E=2.5 (°C/sec.)

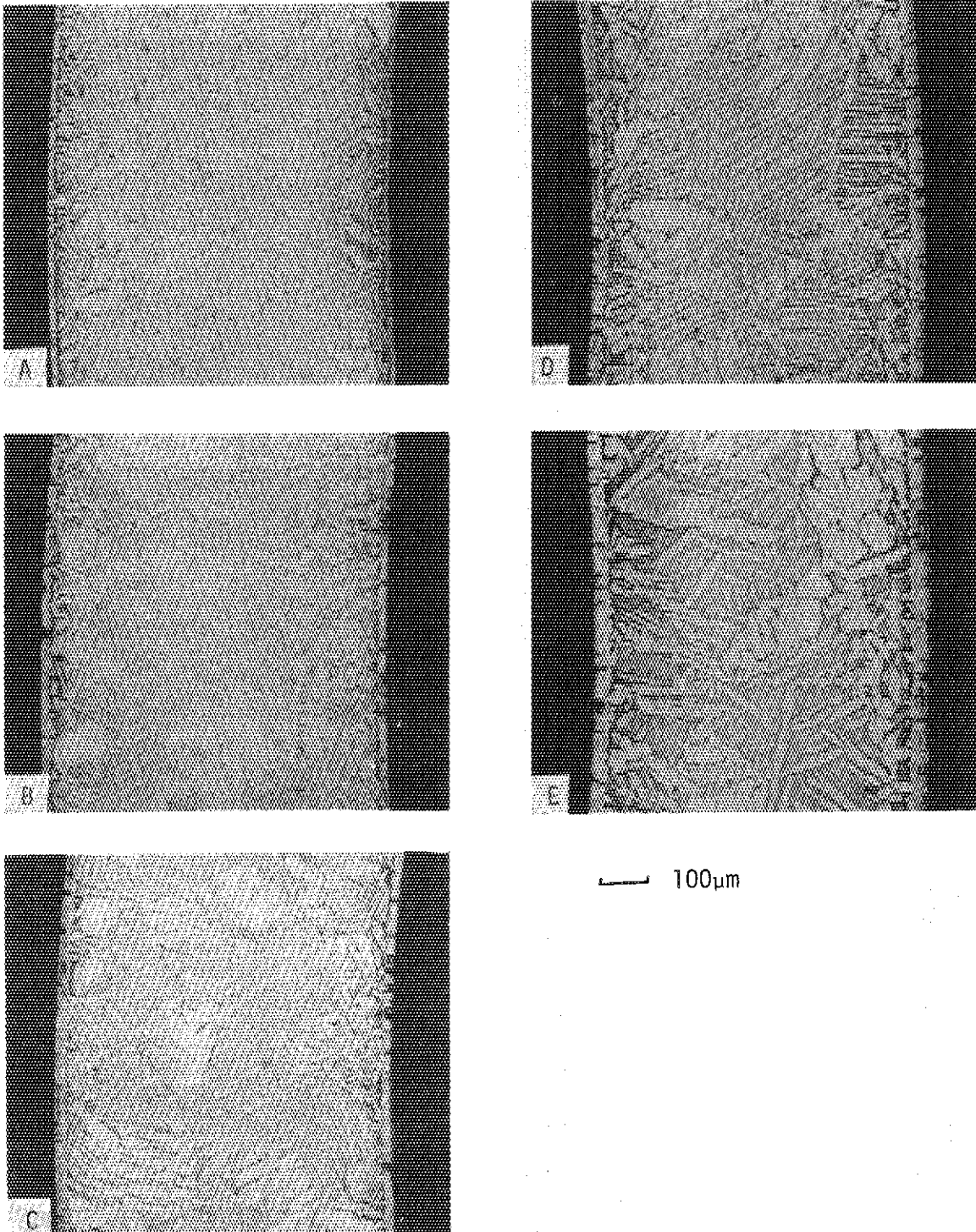


Photo.3 Photomicrographs of Oxidized Zircaloy-4 Structure
Heated from 240 to 1300°C in 17sec., cooled down to 900°C,
then rapidly cooled off.

Cooling Rate: A=40, B=20, C=10, D=5, E=2.5 (°c/sec.)

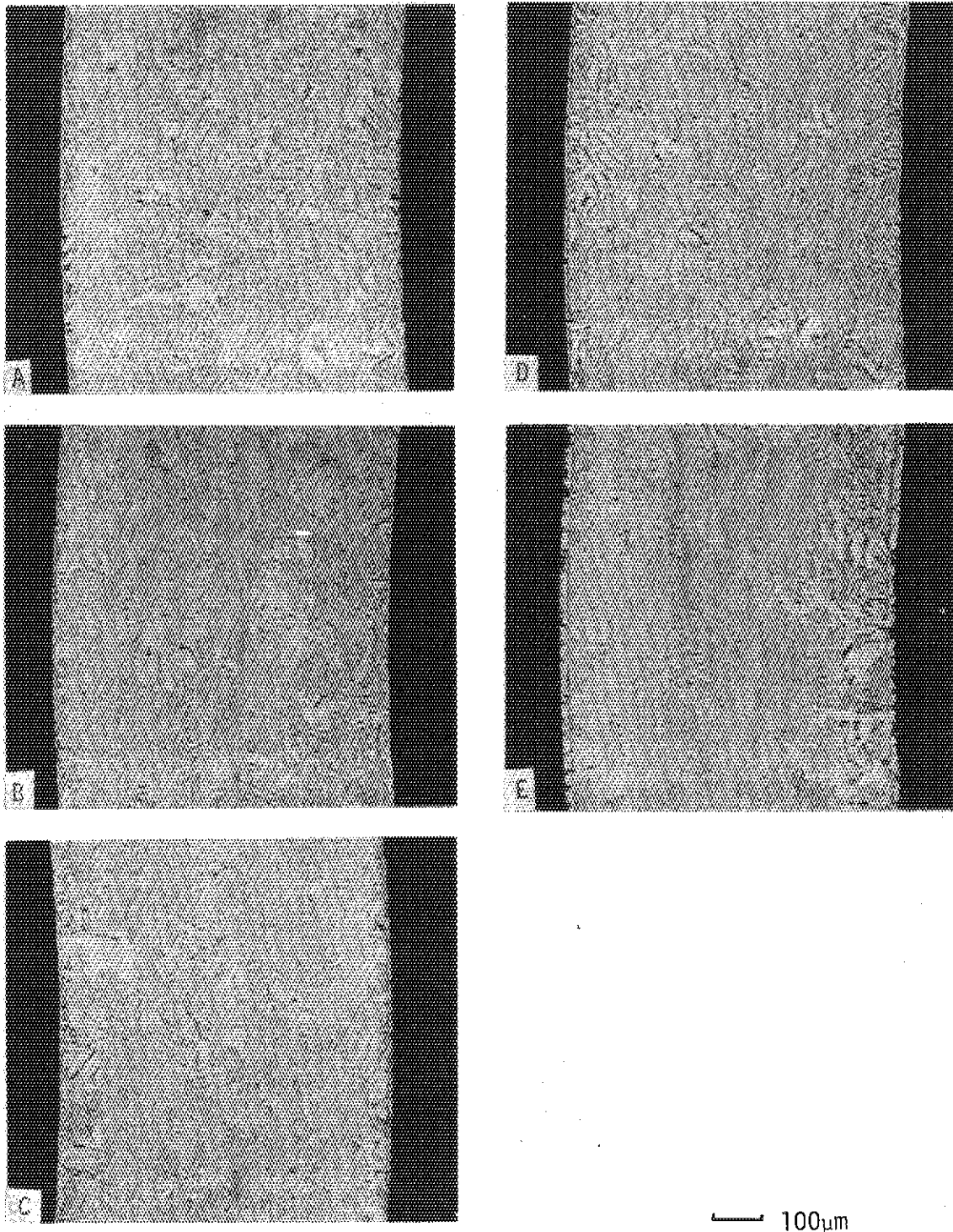


Photo.4 Photomicrographs of Oxidized Zry-4 Structure

Heated up from 120 to 1100°C, reacted for 6sec., then rapidly cooled off.

Heating Rate: A=40, B=20, C=10, D=5, E=2.5 (°C/sec.)

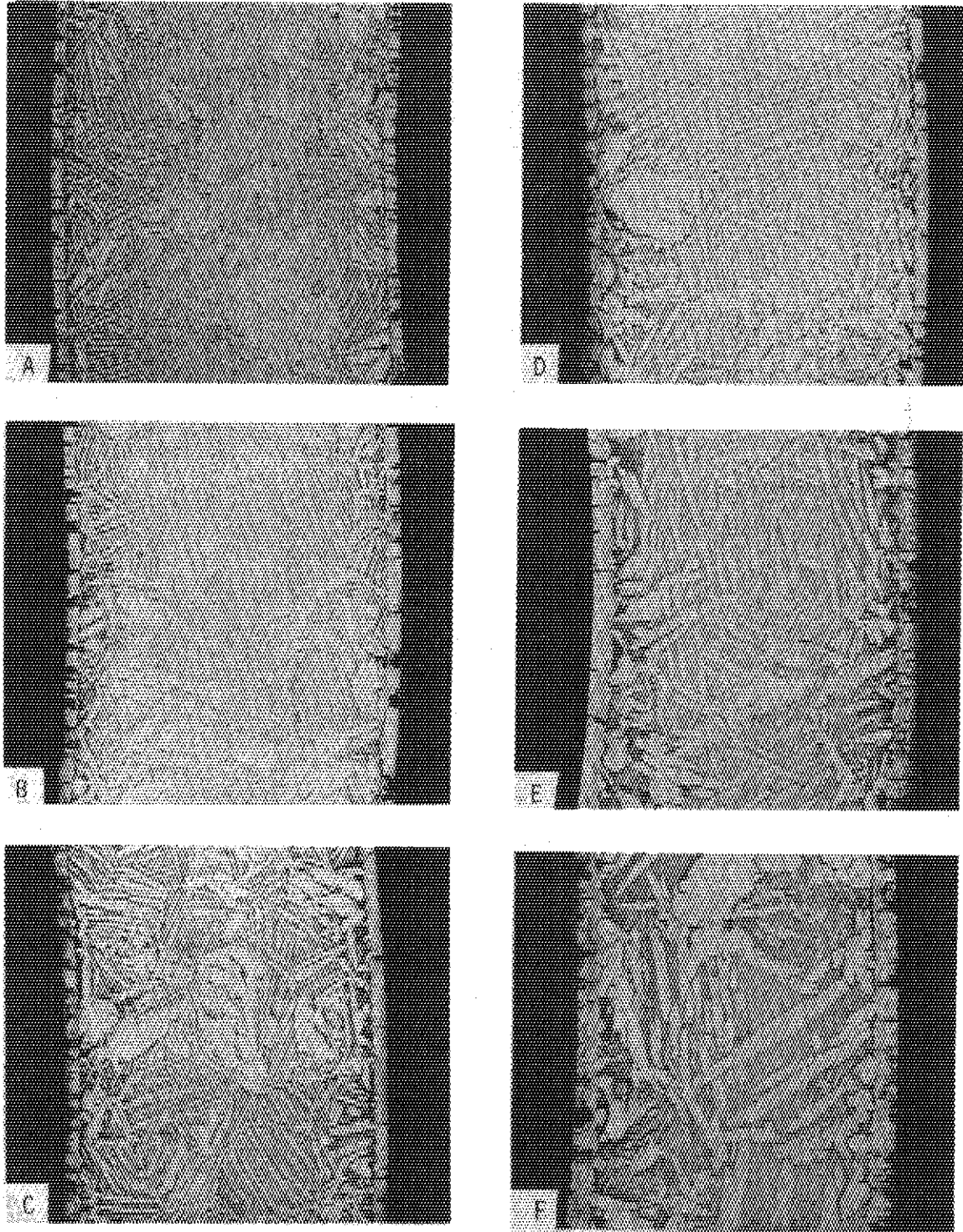


Photo.5 Photomicrographs of Oxidized Zircaloy-4 Structure
 Heated up from 240 to 1200°C in 16 sec., reacted at 1200°C
 for 56 sec. in steam, cooled down to 900°C, then rapidly
 cooled off.

Cooling Rate: A=40, B=20, C=10, D=5, E=2.5, F=1.2 (°C/sec.)

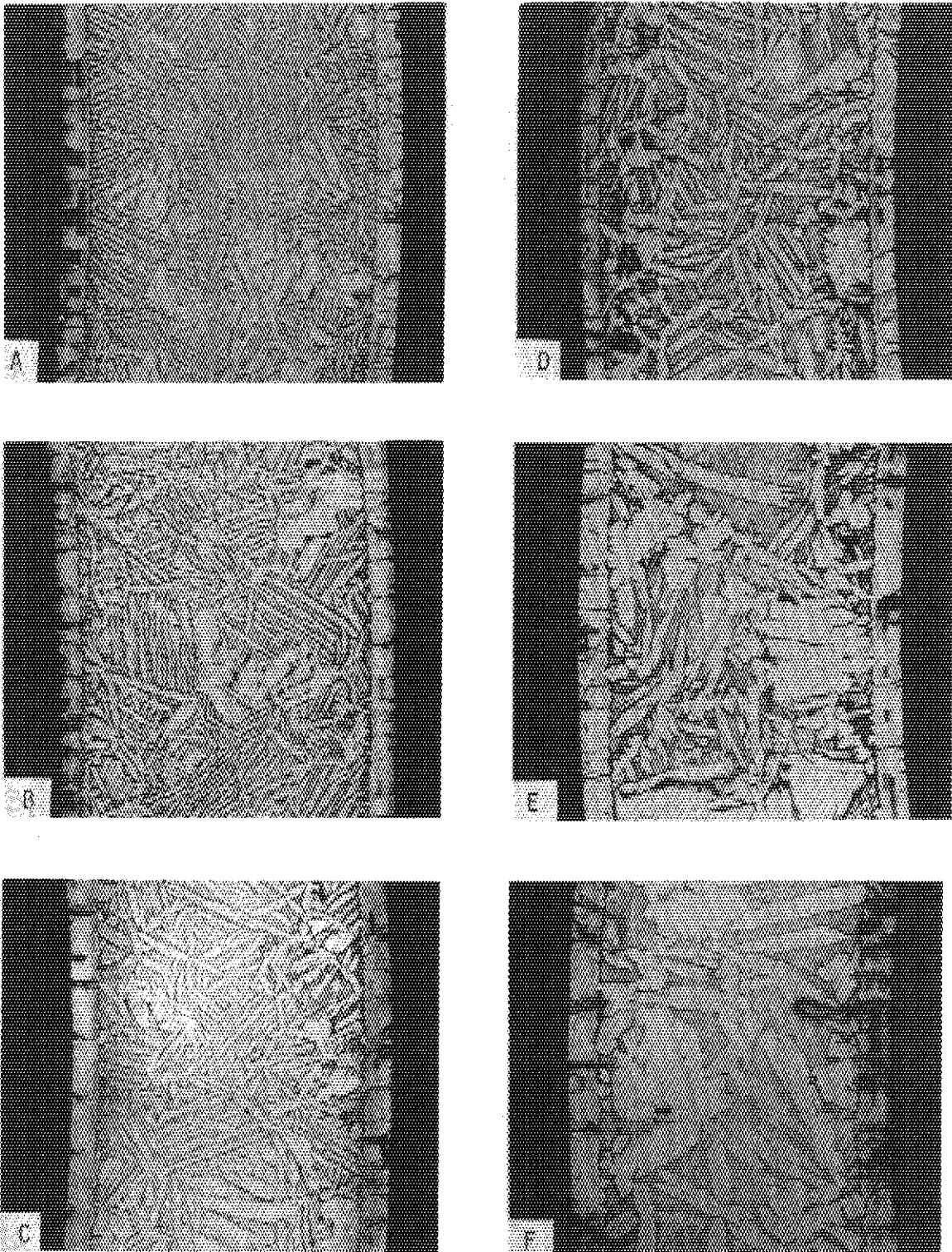


Photo.6 Photomicrographs of Oxidized Zircaloy-4 Structure
 Heated up from 240 to 1200°C in 16 sec., reacted at 1200°C
 for 145 sec. in steam, cooled down to 900°C, then rapidly
 cooled off.

Cooling Rate: A=40, B=20, C=10, D=5, E=2.5, F=1.2 (°C/sec.)

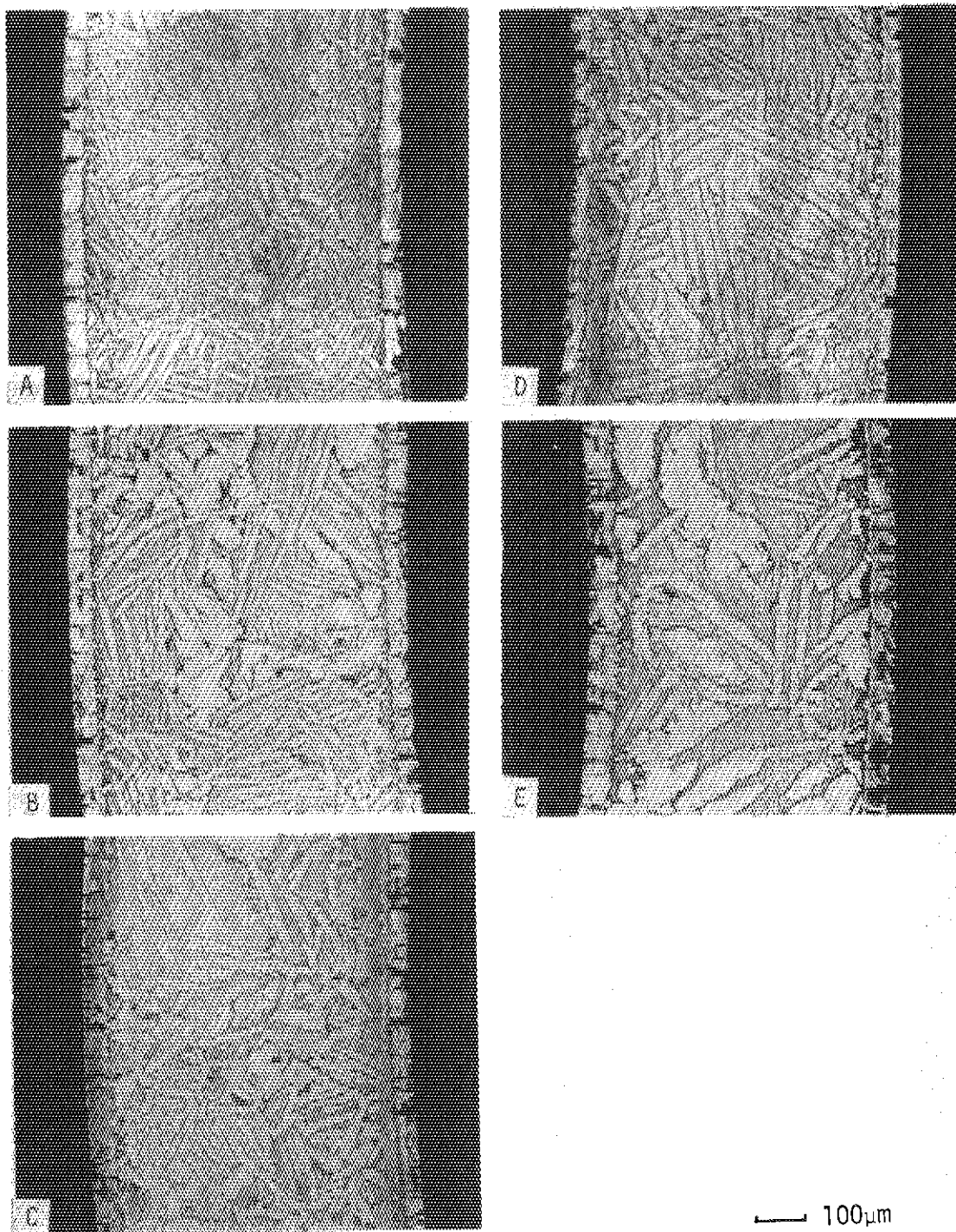


Photo.7 Photomicrographs of Oxidized Zry-4 Structure

Heated up from 120 to 1150°C in 15 sec., reacted for 190sec. in steam, cooled down to 900°C, then rapidly cooled off.

Cooling Rate: A=20, B=10, C=5, D=2.5, E=1.25 (°C/sec.)

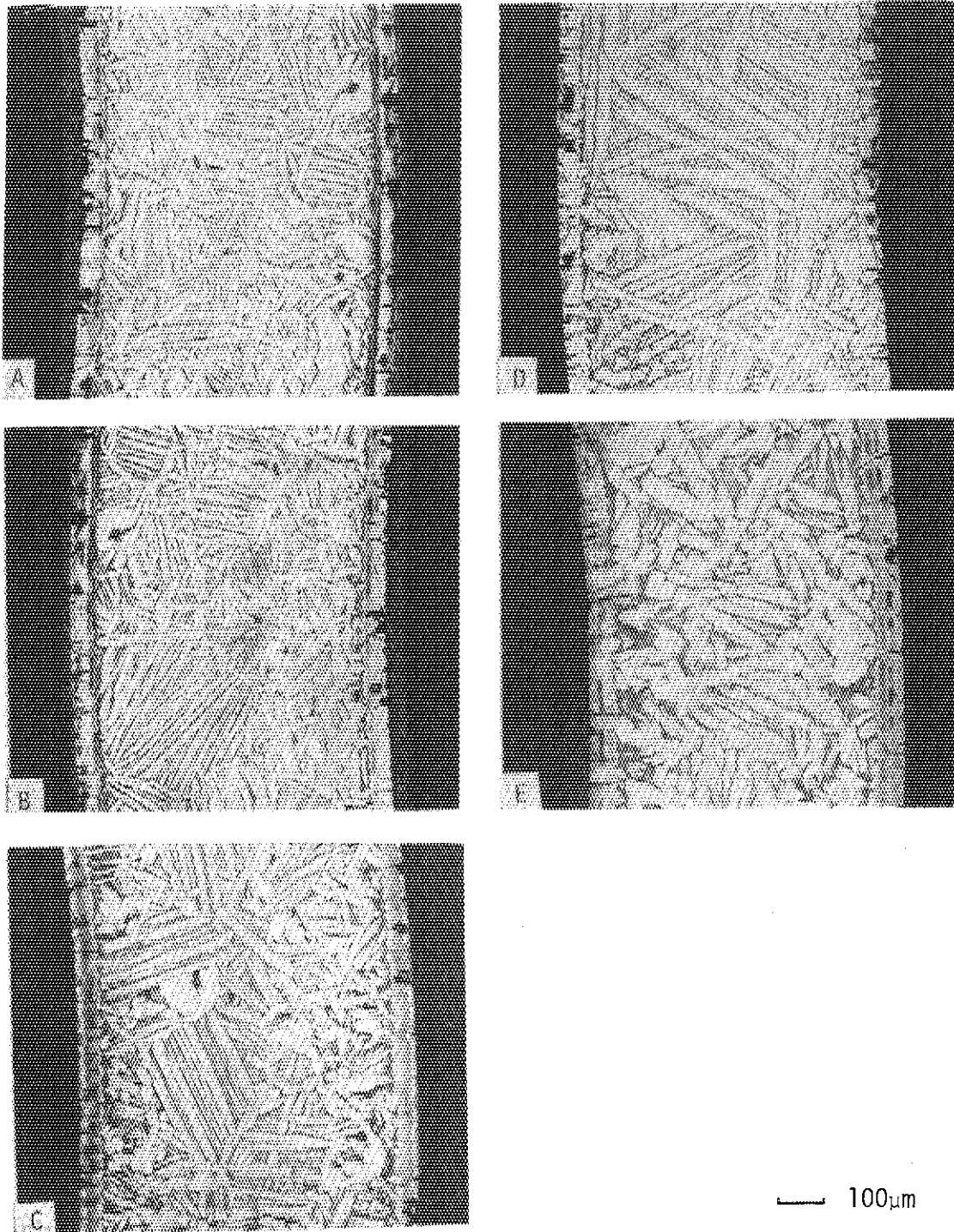


Photo. 8 Photomicrographs of Oxidized Zry-4 Structure

Heated up from 120 to 1150°C in 15 sec., reacted for 190sec. in steam, cooled down to 800°C, then rapidly cooled off.

Cooling Rate: A=20, B=10, C=5, D=2.5, E=1.25 (°C/sec.)

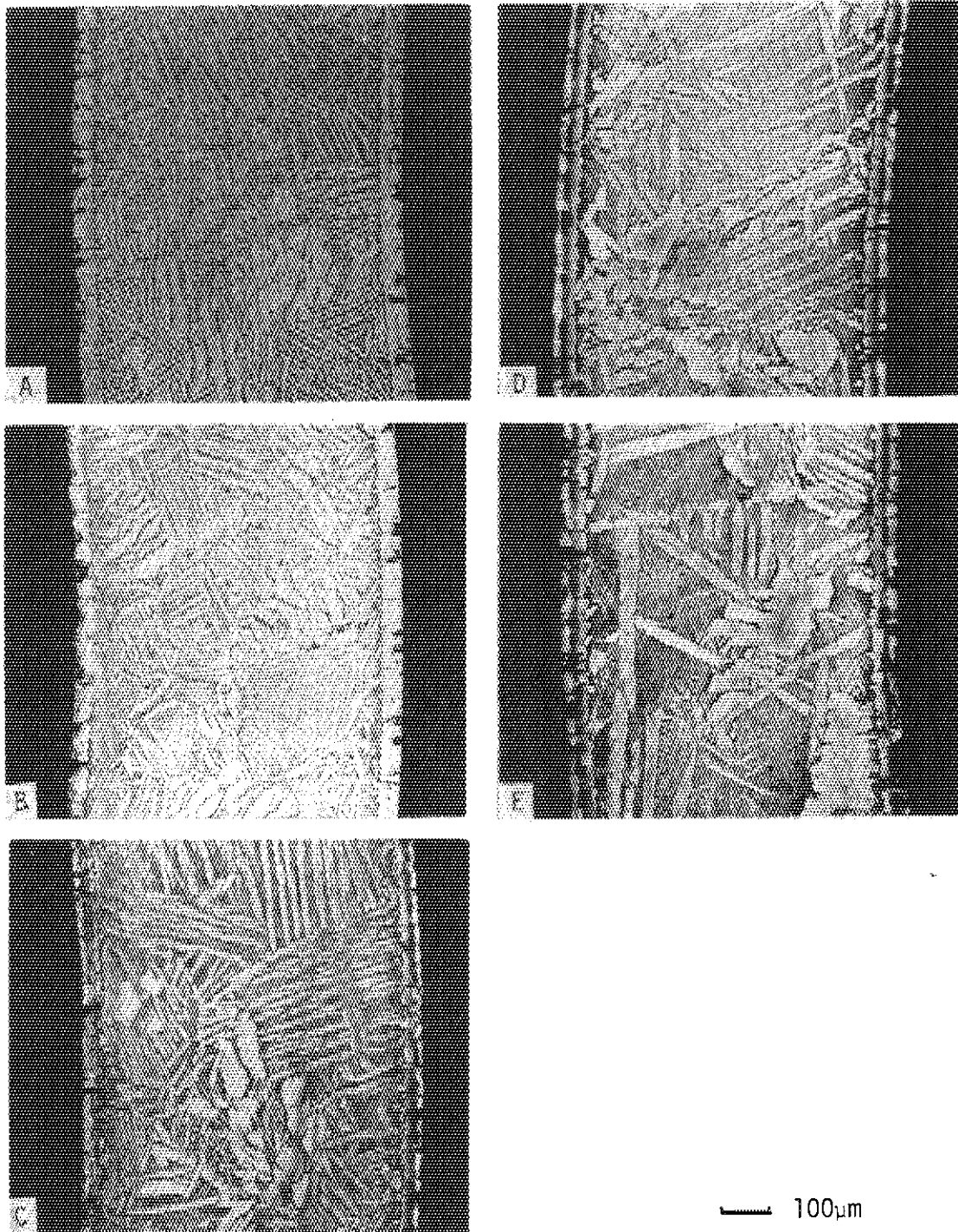


Photo. 9 Photomicrographs of Oxidized Zry-4 Structure

Heated up from 120 to 1100°C in 15 sec., reacted for 300sec. in steam, cooled down to 900°C, then rapidly cooled off.

Cooling Rate: A=20, B=10, C=5, D=2.5, E=1.25 (°C/sec.)

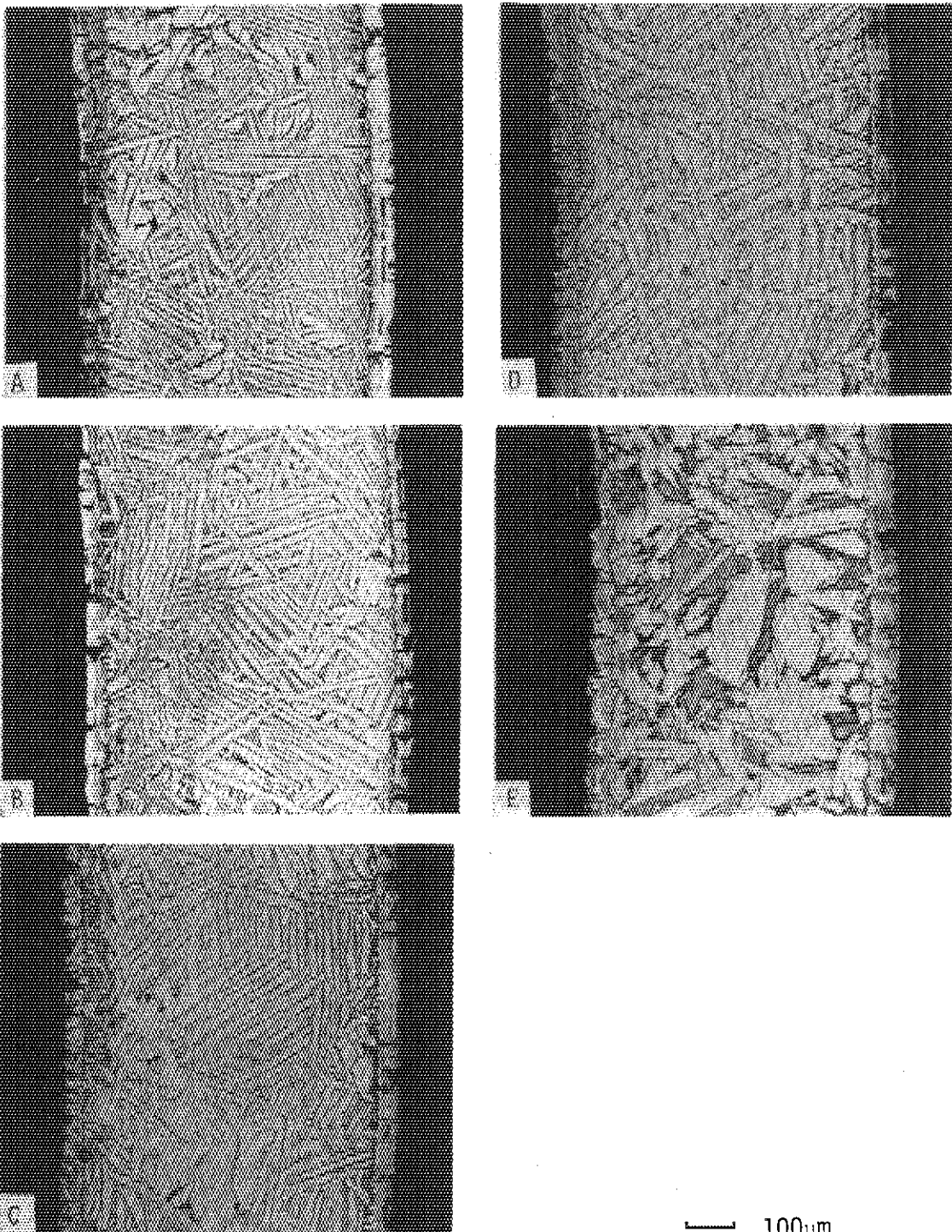


Photo.10 Photomicrographs of Oxidized Zry-4 Structure

Heated up from 120 to 1100°C in 15 sec., reacted for 300sec. in steam, cooled down to 800°C, then rapidly cooled off.

Cooling Rate: A=20, B=10, C=5, D=2.5, E=1.25 (°C/sec.)

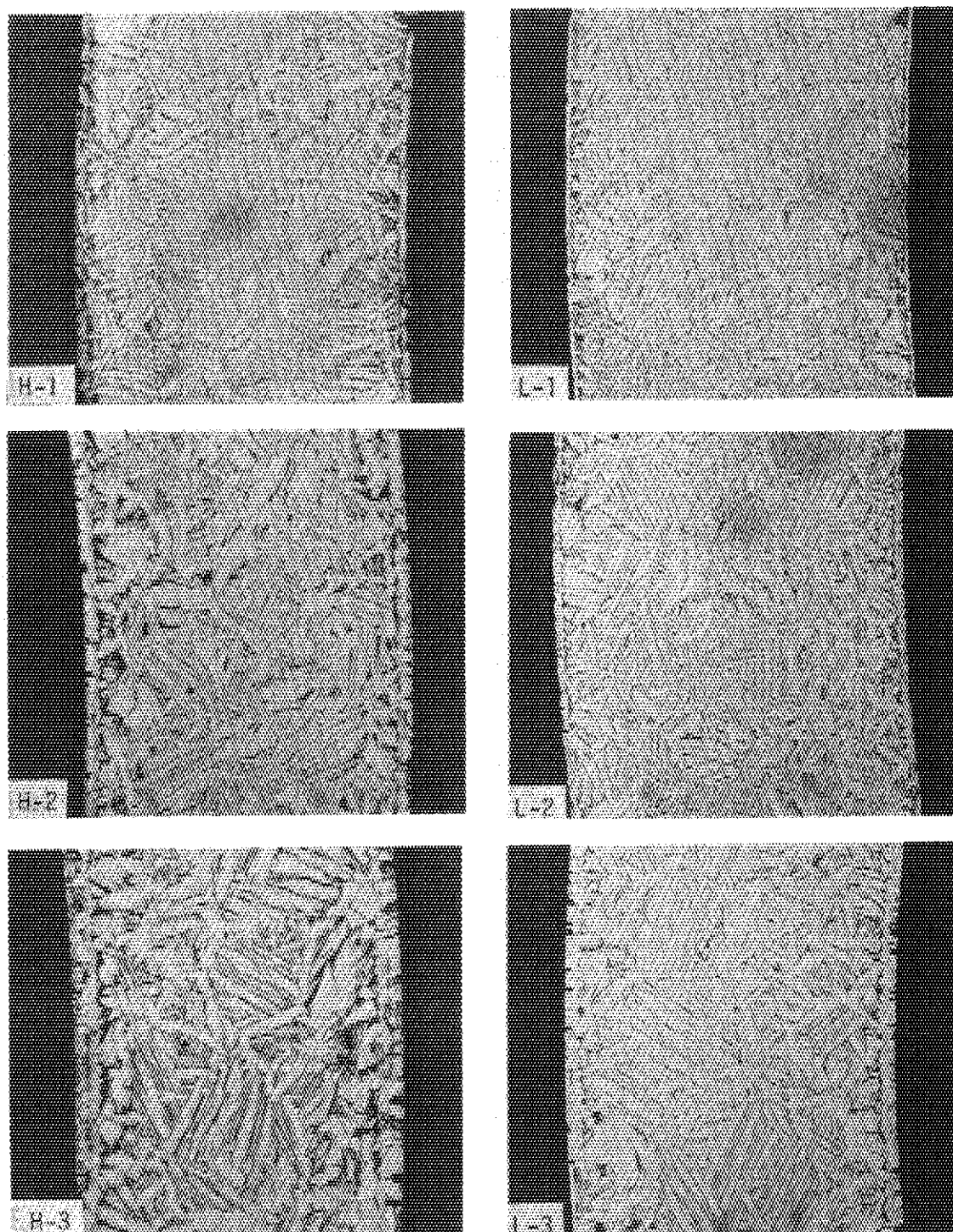
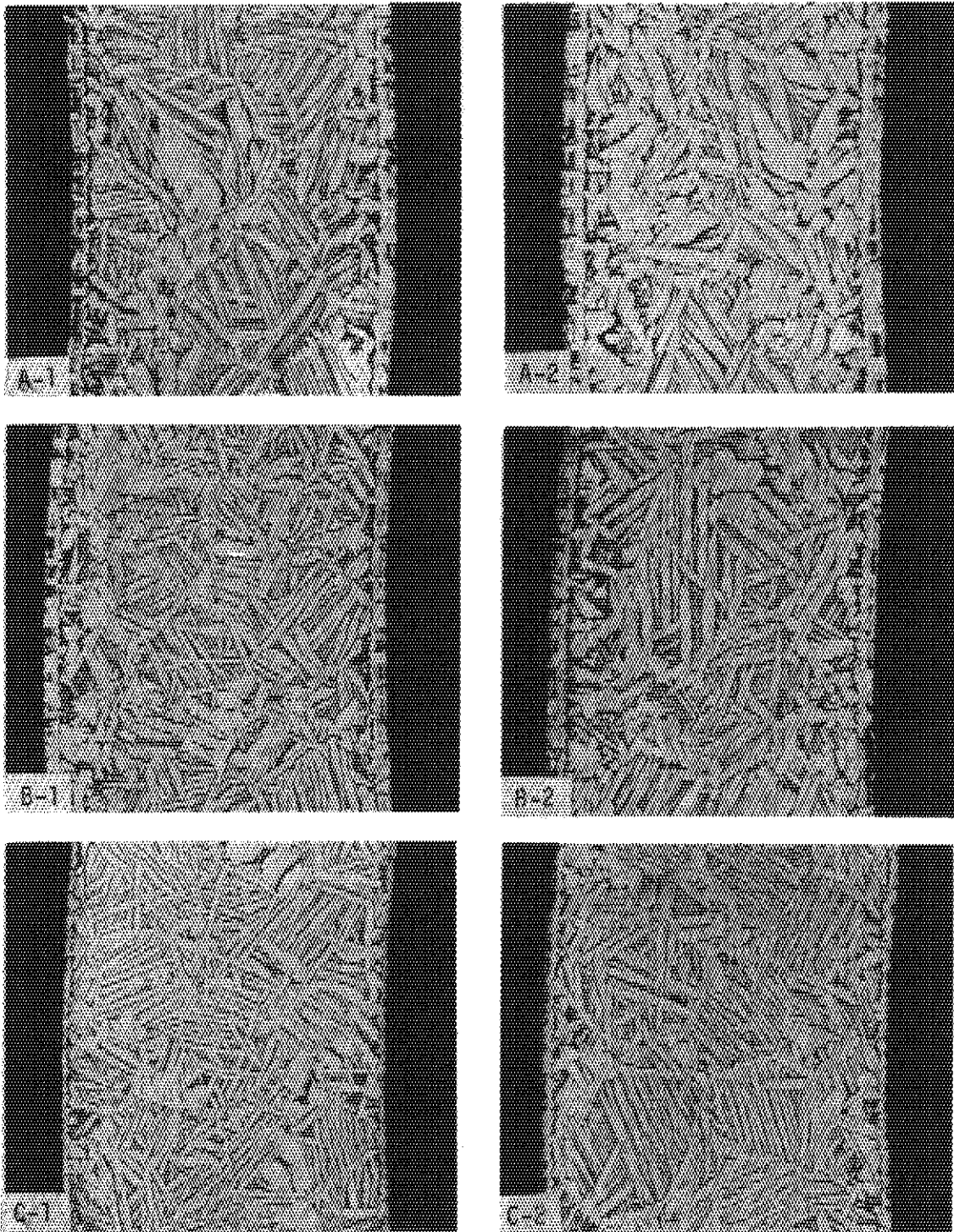


Photo.11 Photomicrographs of Oxidized Zry-4 Structure
Index of each Photo. Indicates the Temperature History
as Shown in Fig.12



— 100 μ m

Photo.12 Photomicrographs of Oxidized Zircaloy-4 Structure
Index of each Photo. Indicates the Temperature History
as Shown in Fig.13

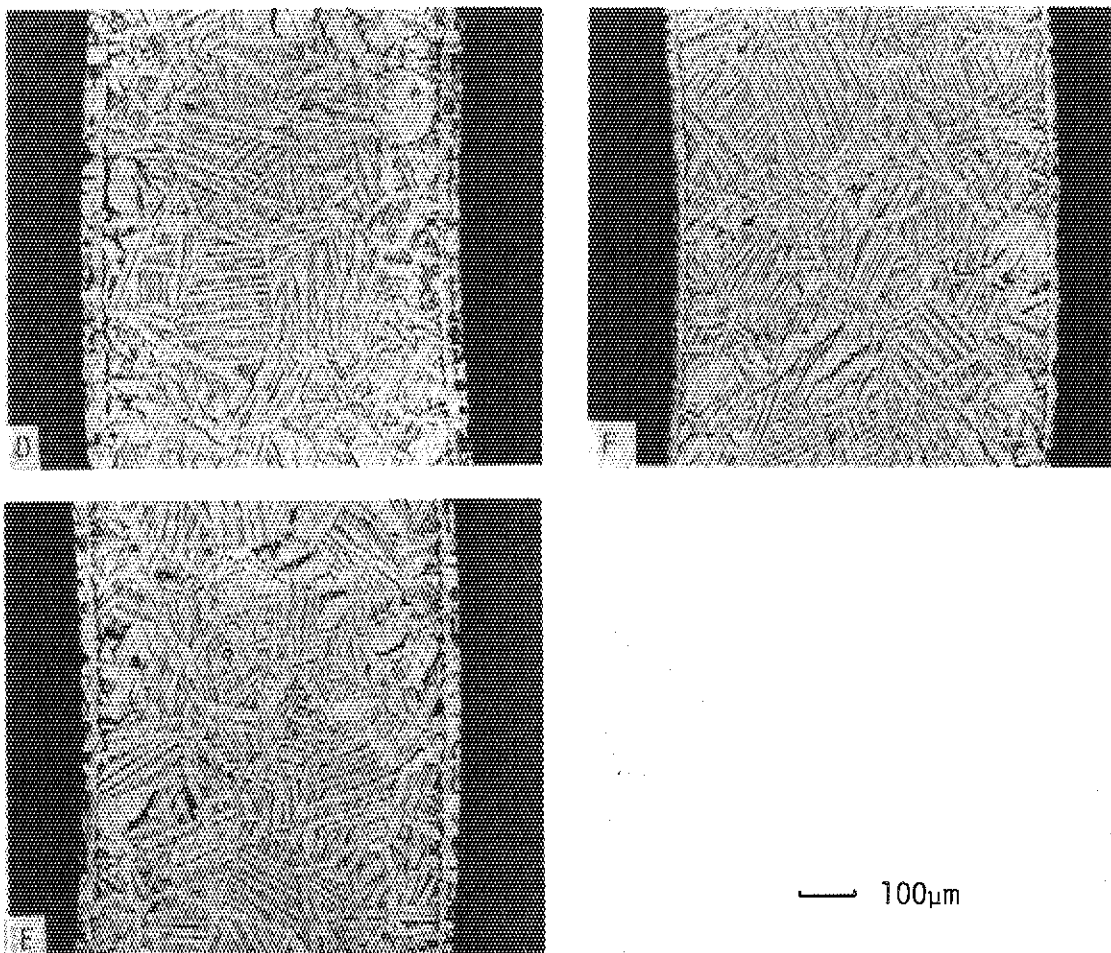


Photo.13 Photomicrographs of Oxidized Zircaloy-4 Structure
 Index of each Photo. Indicates the Temperature History
 as Shown in Fig.13

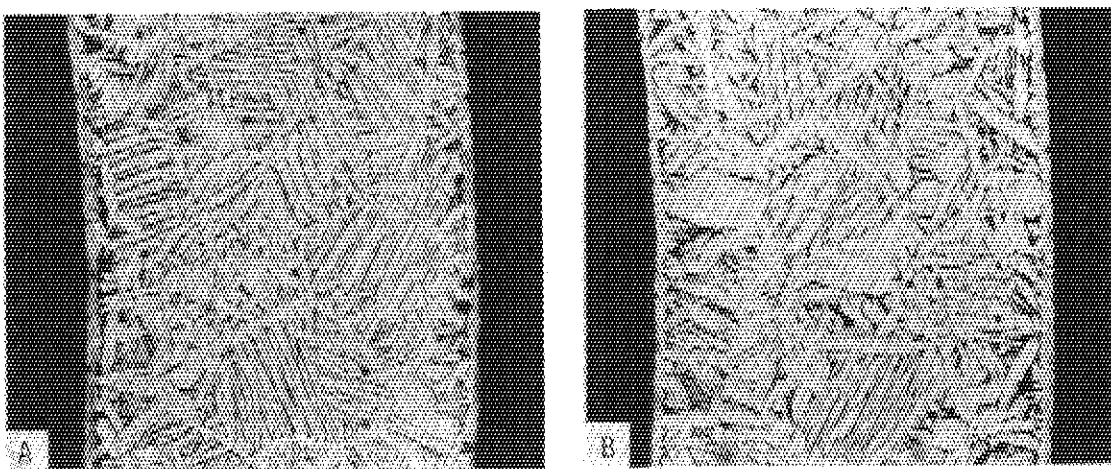


Photo.14 Photomicrographs of Oxidized Zry-4 Structure
 Heated up from 120 to 1000°C in 12 sec., reacted for 140 sec. in steam,
 cooled down to 800°C, then rapidly cooled off.
 Cooling Rate: A=2.5, B=1.25 (°C/sec.)

A.1 入力マニュアル

Card No	Field	変数名	単位	説明
1 (20 A4)	1-80	NTITLE	-	タイトル(プロットする時は1-60を使用)
2 (7E10.0)	1-10 11-20 21-30 31-40 41-50 51-60 61-70	R(1) WALL OLAYER(1) ALAYER(1) OLAYER(1) ALAYER(1) CEB	mm mm μ m μ m μ m μ m -	被覆管半径 管の厚さ(酸化前) 外表面酸化層厚さ(初期値) 外表面 α 層厚さ(初期値) 内表面酸化層厚さ(初期値) 内表面 α 層厚さ(初期値) 冷却時の境界濃度に対するFACTOR
3 (4E10.0, 4I10)	1-10 11-20 21-30 31-40 41-50 51-60 61-70 71-80	TMAX DTTEMP DTDIF DTPRIN NSTEP * MPRINT NUMBER NSCALE	sec sec sec sec - - - -	計算最大時間 温度計算時間ステップ (もし0ならDTTEMP=DTPRIN) 拡散計算時ステップ (もし0ならDTDIF=DTPRIN) プリントアウト時間ステップ (時間の関数に出来る, その時NSTEP>0) プリントアウト時間ステップ変化数 (もし>0ならカード3Aが必要) 酸素濃度対距離プロットをプリント・アウトの MPRINTおきにプロットする (NUMBER=0のとき必要ない) 酸素濃度対距離プロットの最初の標識番号 (NUMBER=0 プロットしない) =0 タイプAプロット(Y軸0~2 gr/cm ³) =1 タイプBプロット(Y軸0~5 gr/cm ³) =2 タイプA+Bプロット (もしNUMBER=0なら必要ない)
3A (8E10.0) NSTEP>0 のとき	K=1 NSTEP	TIMSTP(K) DTNEW(K)	sec	プリントアウトタイムステップの変化する時間 新しいプリントアウトタイムステップ
4 (2I10)	1-10 11-20	NLUMB NBAKER	-	=0 壁内の完全な温度分布が計算される =1 一樣な壁温度, ただし熱伝達と発熱の関数として計算される =2 一樣な壁温度, TSTEAM(1)に等しい TSTEAM(1)=0.0のときはTSTEAM(2)に等しい =0 壁内の酸素濃度分布が計算される =1 BAKER JUSTの式に基づいた全酸素量の計算 =2 HOBSONの式に基づいた全酸素量の計算 =3 LEMMONの式に基づいた全酸素量の計算

Gard No	Field	変数名	単位	説明
5 (6E10.0)	1-10	HDIFF(1)		外表面での壁面へ入る酸素流束上限 (もし0ならこの表面で酸化しない)
	11-20	HCOOL(1)		外表面での熱伝達係数
	21-30	TSTEAM(1)	°C	外表面での冷却材温度
	31-40	ERADIA(1)	-	外表面での熱輻射率
	41-50	TWALL	°C	外表面が輻射している表面の温度
	51-60	QFIXED(1)		外表面での付加的熱流束 (HCOOL, TSTEAM, ERADIA, TWALLと独立)
6 (6E10.0)				内表面でと言うだけでcard 5と同じ
7 (6I10)	1-10	NDIFIN(1)*	-	外表面での酸素流束上限対時間の組合せ数
	11-20	NCOEFF(1)*	-	外表面での熱伝達係数対時間の組合せ数
	21-30	NTCOOL(1)*	-	外表面での冷却材温度対時間の組合せ数
	31-40	NRADCO(1)*	-	外表面での熱輻射対時間の組合せ数
	41-50	NTWALL(1)*	-	外表面での輻射面温度対時間の組合せ数
	2 51-60	NQFLUX(1)*	-	外表面での付加的熱流束対時間の組合せ数 card6で入力した各境界条件を時間依存で入力した場合に上の各値をセットする 各変数が入力された場合はcard 9A~9Fが必要
8 (6I10)				内表面でと言うだけでcard 7と同じ 各変数が入力された場合はcard 10A~10Fが必要
9A (8E10.0)		HDIFIN(K, 1) TIMDIF(K, 1) , K=1, NDIFIN(1)		外表面での各境界条件の時間関数 cord 7の対応する変数の値が0のときはこのカードは不要 各関数ごとに別のカードが必要 最大 25 cards
9F (8E10.0)		QFLUX(K, 1), TQFLUX(K, 1) , K=1, NQFLUX(1)		
10A				内表面でと言うだけでcard 9A~9Fと同じ
10F				
11 (3E10.0 , 30X , 2110)	1-10	TSTART	°C	壁内の初期温度
	11-20	CSTART		β 相の初期酸素濃度
	21-30	QSPLIT		蒸気を酸素と水素に変換する際の吸熱, 反応熱で表面で差引かれる (Full valueは 15650.)
	31-60	なし		
	61-70	MESHMX	-	被覆管の半径方向最大分割数 (最大 1000, 0のときは 999にセット)
71-80	MPLOT*	-	時間の関数として決定される変数を用いてプロット またはプリントされるグラフ又はテーブルの数 (もし0ならカード 17と 18はいらない)	

Card No	Field	変数名	単位	説明
12 (2E10.0)	1-10 11-20	DENZIR DENZRO		ジルカロイの密度 省略値 6.49 酸化ジルカロイの密度 5.82
13 (6E10.0)	1-10 11-20 21-30 31-40 41-50 51-60	DCOEFO(1) DCOEFO(2) DCOEFA(1) DCOEFA(2) DCOEFB(1) DCOEFB(2)	- - - - - -	各組における酸素拡散定数式の係数 酸化相 省略値 0.0711 -33660.0 α 相 5.2 -50800.0 β 相 0.0453 -28200.0
14 (4I10)	1-10 11-20 21-30 31-40	NEQOA* NEQAO* NEQAB* NEQBA*	- - - -	Zr-O 二元系状態図の Table による入力用データ O/ α 境界での平衡濃度対温度の組合せ数 α /O境界での平衡濃度対温度の組合せ数 α / β 境界での平衡濃度対温度の組合せ数 β / α 境界での平衡濃度対温度の組合せ数 上の各変数値が入力された場合は card 15A~15D が必要
15A (8F10.0)		CEQOA(K), TEQOA(K) , K=1, NEQOA	°C	状態図 Table データ 酸素濃度対温度の形式で入力 card 14 の対応する変数の値が0の時は入力不要 各関数ごとに別のカードが必要
15D (8F10.0)		CEQBA(K), TEQBA(K) , K=1, NEQBA		
16 (6F10.0)	1-10 11-20 21-30 31-40 41-50 51-60	FCCOEF(1) FCCOEF(2) FCCOEF(3) FCCOEF(4) FCCOEF(5) FCCOEF(6)		冷却時の α 相濃度下限値用データの係数,
17	1-10 11-20 21-30 31-40 41-50 51-60 61-80	NPLOTX(K) DXN(K) DXN(K) NVAR(K) IPLOT(K) YOO(K) NTITLE (K, M) M=16,20)	- X軸変数単位 - in	X軸を定義する変数(テーブルBI参照) X軸に対するスケールファクター 原点のXの値(もし0ならブランク) 1つのX軸変数の関数としてプロットされるY軸変数の数 NYAR(K) ≤ 4 NVAR枚だけ次の card 18 が必要 変数がプロットされるかプリントされるかの OPTION = 00:プロットしない, プリントしない = 1:プロットしない, プリントしない = 10:プロットする, プリントしない = 11:プロットする, プリントする X軸と紙の下位との距離(一般には0.5) X軸の変数の説明

Card No	Field	変数名	単位	説明
18 (I10 , 2E10.4 , I10, 20X , 5A4)	1-10	NPLOTY (K, L)	—	Y軸を定義する変数(テーブルBI参照)
	11-20	DYN(K, L)	Y軸変数単位	Y軸に対するスケールファクター(最大10)
	21-30	DYZ(K, L)		原点のYの値(もし0ならblank)
	31-40	NPTY(K, L)	—	= 0 : 点のみプロット = 1 : 点が線で線で結ばれる
	41-60	なし		
	61-80	NA(K, L, M) M=1,5		Y軸変数の説明

A.2 変数単位表

Variables available for GRAPHICAL OUTPUT
(defined variables 3-12 refer to outer surface of tube; variables 13-22 refer to inner surface of tube.)

NPLOTX NPLOTY	VARIABLE	UNITS
1	time	sec.
2	square-root of time	(sec) ^{1/2}
3	steam (or coolant) temperature	°C
4	temp. of surface to which specimen is radiating	°C
5	surface temperature of specimen	°C
6	thickness of oxide layer	μm
7	thickness of alpha layer	μm
8	ξ-layer thickness (oxide + alpha)	μm
9	oxide/ξ ratio	-
10	oxygen gain	mg/cm ^{2*}
11	square of oxygen gain	(mg/cm ²) ^{2*}
12	square of ξ-layer thickness	(μm) ²
13-22	identical to 3-12 above, except that variable applies to inner surface of tube	
23	total oxygen consumption	mg/cm ^{2*}
24	avg. oxygen concentration in Beta phase	g/cm ³
25	F _w , beta layer thickness/orig. wall thickness	-

*area reference is outer surface.

A.3 サンプル計算出力例

```

INPUT DATA LIST
-----
CARD NO. ....1.....2.....3.....4.....5.....6.....7.....8
1, *** COMPARATIVE CALCULATION SERIES ***
2, 5,36 0,71 0,2 0,3 0,2 0,3 1,0
3, 600,00 0,0 0,0 60,0
4, 2 0
5, 1,0 1100,0
6, 1,0
7, 0 0 4
8,
9, 1100,0 0,0 1100,0 2000,0
10, 1100,0 0,0083 0,0
11, 6,49 5,82
12, 0,16888 -35316,6 0,2973 -43650,4 0,0263 -28200,0
13, 2 4 35 27
14, 1,466513 400,0 1,380263 1550,0
15, 0,45365 400,0 0,45365 900,0 0,475 1000,0 0,67 1300,0
16, 0,00369 400,00 0,00369 725,00 0,00369 750,00 0,00369 775,00
17, 0,00369 800,00 0,028764 825,00 0,04889 850,00 0,057497 875,00
18, 0,68210 900,00 0,77688 925,00 0,86280 950,00 0,94197 975,00
19, 1,01575 1000,00 1,08513 1025,00 1,15080 1050,00 1,21331 1075,00
20, 1,27306 1100,00 1,33040 1125,00 1,38560 1150,00 1,43888 1175,00
21, 1,49042 1200,00 1,54039 1225,00 1,58892 1250,00 1,63613 1275,00
22, 1,68213 1300,00 1,72699 1325,00 1,77081 1350,00 1,81364 1375,00
23, 1,85557 1400,00 1,89663 1425,00 1,93688 1450,00 1,97637 1475,00
24, 2,01513 1500,00 2,05322 1525,00 2,09065 1550,00
25, 0,01622 400,00 0,01622 925,00 0,01622 950,00 0,013037 975,00
26, 0,21041 1000,00 0,26724 1025,00 0,31386 1050,00 0,35435 1075,00
27, 0,39064 1100,00 0,41816 1125,00 0,45119 1150,00 0,48423 1175,00
28, 0,51726 1200,00 0,55030 1225,00 0,58333 1250,00 0,61636 1275,00
29, 0,64940 1300,00 0,68243 1325,00 0,71547 1350,00 0,74850 1375,00
30, 0,78153 1400,00 0,81457 1425,00 0,84760 1450,00 0,88064 1475,00
31, 0,91367 1500,00 0,94670 1525,00 0,97974 1550,00
32, 1,0E=20
.....3.....0.....5.....0.....5.....0.....5.....0.....5.....0.....5.....0.....?.....0

```

*** COMPARATIVE CALCULATION SERIES ***

ROUT (MM)	WALL (MM)	DOXID(1) (MICRON)	DALFA(1) (MICRON)	DOXID(2) (MICRON)	DALFA(2) (MICRON)	CEB	
5,36000	0,71000	0,20000	0,30000	0,20000	0,30000	1,00000	
TMAX (DEG,C)	DTTEMP (DEG,C)	DTDIFF (DEG,C)	DTPRIN (DEG,C)	NSTEP	MPRINT	NUMBER	NSCALE
600,0000	0,0	0,0	60,0000	0	0	0	0
NLUMB	NBAKER						
2	0						
							(BOUNDARY CONDITION DATA)
HDIFF(K) (MG/CM2S)	HCOOL(K) (W/CM2C)	TSTEAM(K) (DEG,C)	ERADIA(K)	TWALL(K) (DEG,C)	QFIXED(K) (W/CM2)		
1,0000	0,0	1100,0000	0,0	0,0	0,0		
1,0000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
							(NUMBER OF EACH BOUNDARY DATA-TIME PAIRS)
NDIFIN(K)	NCOEFF(K)	NTCOOL(K)	NRADCO(K)	NTWALL(K)	NQFLUX(K)		
0	0	4	0	0	0		
0	0	0	0	0	0		
TSTART (DEG,C)	CSTART (GR/CM3)	@SPLIT (W-S/GO2)		MESHMX	MPLOT		
1100,00	0,008300	0,0		999	0		
DENZIR (GR/CM3)	DENZRO (GR/CM3)						
6,490	5,820						
DCEOFO(1)	DCEOFO(2)	DCEOFA(1)	DCEOFA(2)	DCEOFB(1)	DCEOFB(2)		(DIFFUSION CONSTANT COEFF, FOR EACH PHASE)
0,1689	-35316,6	0,2973	-43650,4	0,0263	-28200,0		
NE80A	NE80B	NE80C	NE80D				(NUMBER OF EQ.CONCENTRATION-TEMP. PAIRS)
2	4	35	27				
FCCOEF(1)	FCCOEF(2)	FCCOEF(3)	FCCOEF(4)	FCCOEF(5)	FCCOEF(6)		
0,00000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		

*** MATERIAL PROPERTIES ***

DENSITY (GRAM/CM**3) METAL OXID 6,490 5,820		REACTION HEAT (W*SEC/ GRAM OXYGEN) 34330,00		EQUILIBRIUM CONCENTRATION (GRAM / CM**3) OX, /AL, AL, /OX, AL, /BE, BE, /AL, (C) (G/CM3)			DIFFUSION CONSTANT (CM**2/SEC) OXID ALPHA BETA			TH.CONDUC. (W/(CM*C)) OXID METAL		SP.HEAT (W*5/(GR,C)) OXID METAL		PRECIP.EFFECT C-EQ,C FACT, (G/CM3) (-)	
550	1,5140	1,45526	0,45365	0,00037	0,00162	7,08E-11	7,64E-13	8,55E-10	0,020	0,139	0,6042	0,3496	0,0	1,0E+00	
575	1,5140	1,45539	0,45365	0,00037	0,00162	1,34E-10	1,68E-12	1,42E-09	0,020	0,146	0,6056	0,3520	0,005	1,0E+00	
600	1,5140	1,45511	0,45365	0,00037	0,00162	2,44E-10	3,52E-12	2,30E-09	0,020	0,153	0,6075	0,3543	0,010	1,0E+00	
625	1,5140	1,44984	0,45365	0,00037	0,00162	4,30E-10	7,09E-12	3,61E-09	0,020	0,159	0,6092	0,3566	0,015	1,0E+00	
650	1,5140	1,44776	0,45365	0,00037	0,00162	7,35E-10	1,38E-11	5,54E-09	0,020	0,166	0,6109	0,3588	0,020	1,0E+00	
675	1,5140	1,44589	0,45365	0,00037	0,00162	1,22E-09	2,58E-11	8,31E-09	0,020	0,173	0,6125	0,3610	0,025	1,0E+00	
700	1,5140	1,44401	0,45365	0,00037	0,00162	1,98E-09	4,67E-11	1,22E-08	0,020	0,180	0,6142	0,3631	0,030	1,0E+00	
725	1,5140	1,44214	0,45365	0,00037	0,00162	3,12E-09	8,22E-11	1,76E-08	0,020	0,187	0,6159	0,3652	0,035	1,0E+00	
750	1,5140	1,44026	0,45365	0,00037	0,00162	4,82E-09	1,41E-10	2,49E-08	0,020	0,194	0,6176	0,3653	0,040	1,0E+00	
775	1,5140	1,43839	0,45365	0,00037	0,00162	7,30E-09	2,35E-10	3,46E-08	0,020	0,201	0,6192	0,3653	0,045	1,0E+00	
800	1,5140	1,43651	0,45365	0,00037	0,00162	1,08E-08	3,83E-10	4,75E-08	0,020	0,208	0,6209	0,3653	0,050	1,0E+00	
825	1,5140	1,43464	0,45365	0,02876	0,00162	1,58E-08	6,10E-10	6,42E-08	0,020	0,214	0,6226	0,3653	0,055	1,0E+00	
850	1,5140	1,43276	0,45365	0,04489	0,00162	2,26E-08	9,52E-10	8,55E-08	0,020	0,221	0,6243	0,3653	0,060	1,0E+00	
875	1,5140	1,43089	0,45365	0,05750	0,00162	3,20E-08	1,46E-09	1,13E-07	0,020	0,228	0,6259	0,3653	0,065	1,0E+00	
900	1,5140	1,42901	0,45365	0,08821	0,00162	4,44E-08	2,19E-09	1,47E-07	0,020	0,235	0,6276	0,3653	0,070	1,0E+00	
925	1,5140	1,42714	0,45365	0,07769	0,00162	6,10E-08	3,24E-09	1,89E-07	0,020	0,242	0,6293	0,3653	0,075	1,0E+00	
950	1,5140	1,42526	0,46433	0,08628	0,00162	8,28E-08	4,71E-09	2,40E-07	0,020	0,249	0,6310	0,3653	0,080	1,0E+00	
975	1,5140	1,42339	0,46944	0,09420	0,01304	1,10E-07	6,75E-09	3,03E-07	0,020	0,256	0,6326	0,3653	0,085	1,0E+00	
1000	1,5140	1,42151	0,47500	0,10158	0,02104	1,46E-07	9,54E-09	3,79E-07	0,020	0,263	0,6343	0,3653	0,090	1,0E+00	
1025	1,5140	1,41964	0,49125	0,10851	0,02672	1,91E-07	1,33E-08	4,70E-07	0,020	0,269	0,6360	0,3653	0,095	1,0E+00	
1050	1,5140	1,41776	0,50750	0,11508	0,03139	2,48E-07	1,83E-08	5,78E-07	0,020	0,276	0,6377	0,3653	0,100	1,0E+00	
1075	1,5140	1,41589	0,52375	0,12133	0,03544	3,18E-07	2,49E-08	7,05E-07	0,020	0,283	0,6393	0,3653	0,105	1,0E+00	
1100	1,5140	1,41401	0,54000	0,12731	0,03906	4,04E-07	3,35E-08	8,54E-07	0,020	0,290	0,6410	0,3653	0,110	1,0E+00	
1125	1,5140	1,41214	0,55625	0,13304	0,04182	5,09E-07	4,46E-08	1,03E-06	0,020	0,297	0,6427	0,3653	0,115	1,0E+00	
1150	1,5140	1,41026	0,57250	0,13856	0,04512	6,36E-07	5,88E-08	1,23E-06	0,020	0,304	0,6444	0,3653	0,120	1,0E+00	
1175	1,5140	1,40839	0,58875	0,14389	0,04842	7,89E-07	7,68E-08	1,46E-06	0,020	0,311	0,6460	0,3653	0,125	1,0E+00	
1200	1,5140	1,40651	0,60500	0,14904	0,05173	9,72E-07	9,93E-08	1,72E-06	0,020	0,318	0,6477	0,3653	0,130	1,0E+00	
1225	1,5140	1,40464	0,62125	0,15404	0,05503	1,19E-06	1,27E-07	2,02E-06	0,020	0,324	0,6494	0,3653	0,135	1,0E+00	
1250	1,5140	1,40276	0,63750	0,15889	0,05833	1,44E-06	1,62E-07	2,36E-06	0,020	0,331	0,6511	0,3653	0,140	1,0E+00	
1275	1,5140	1,40089	0,65375	0,16361	0,06164	1,74E-06	2,04E-07	2,75E-06	0,020	0,338	0,6527	0,3653	0,145	1,0E+00	
1300	1,5140	1,39901	0,67000	0,16821	0,06494	2,09E-06	2,56E-07	3,18E-06	0,020	0,345	0,6544	0,3653	0,150	1,0E+00	
1325	1,5140	1,39714	0,67000	0,17270	0,06824	2,50E-06	3,19E-07	3,66E-06	0,020	0,352	0,6561	0,3653	0,155	1,0E+00	
1350	1,5140	1,39526	0,67000	0,17708	0,07155	2,96E-06	3,94E-07	4,19E-06	0,020	0,359	0,6578	0,3653	0,160	1,0E+00	
1375	1,5140	1,39339	0,67000	0,18136	0,07485	3,50E-06	4,84E-07	4,79E-06	0,020	0,366	0,6594	0,3653	0,165	1,0E+00	
1400	1,5140	1,39151	0,67000	0,18556	0,07815	4,11E-06	5,90E-07	5,45E-06	0,020	0,373	0,6611	0,3653	0,170	1,0E+00	
1425	1,5140	1,38964	0,67000	0,18966	0,08146	4,81E-06	7,16E-07	6,17E-06	0,020	0,379	0,6628	0,3653	0,175	1,0E+00	
1450	1,5140	1,38776	0,67000	0,19369	0,08476	5,60E-06	8,64E-07	6,97E-06	0,020	0,386	0,6645	0,3653	0,180	1,0E+00	
1475	1,5140	1,38589	0,67000	0,19764	0,08806	6,49E-06	1,04E-06	7,84E-06	0,020	0,393	0,6661	0,3653	0,185	1,0E+00	
1500	1,5140	1,38401	0,67000	0,20151	0,09137	7,49E-06	1,24E-06	8,79E-06	0,020	0,400	0,6678	0,3653	0,190	1,0E+00	
1525	1,5140	1,38214	0,67000	0,20532	0,09467	8,61E-06	1,47E-06	9,82E-06	0,020	0,407	0,6695	0,3653	0,195	1,0E+00	
1550	1,5140	1,38026	0,67000	0,20907	0,09797	9,86E-06	1,74E-06	1,09E-05	0,020	0,414	0,6712	0,3653	0,200	1,0E+00	

TIME (SEC.)	PLOT NUMBER	HEAT TRANSFER COEF. (W/CM2-C)	COOLANT TEMP. (DEG.C)	EMIS SIVITY	RAD WALL TEMP. (DEG.C)	SURFACE TEMP. (DEG.C)	OX/MET TEMP. (DEG.C)	FIX, HEAT FLUX (W/CM2)	CON, HEAT FLUX (W/CM2)	RAD, HEAT FLUX (W/CM2)	TOTAL HEAT FLUX (W/CM2)
0,0	0	0,0	1100,00	0,0	0,0	1100,00	1100,00	0,0	0,0	0,0	0,0
0,0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	1100,00	1100,00	0,0	0,0	0,0	0,0

O.FLUX LIMIT (MG/CM2 -SEC.)	OXYGEN FLUX (MG/CM2 -SEC.)	OXYGEN OXIDE (MG/CM2)	OXYGEN IN ALPHA (MG/CM2)	OXYGEN BETA (MG)	OXYGEN TOTAL (MG)	OXYGEN GAIN (MG/CM2)	OXYGEN GAIN (MG/CM2)	OXYGEN GAIN (MG/CM2)	OXIDE LAYER (AV.)	ALPHA LAYER (MICRON)	BETA LAYER (MICRON)
1,00	1,0000	0,0294	0,0099			0,0000			0,2043	0,2970	
1,00	1,0000	0,0294	0,0099	1,8663	2,1135	0,0000	0,0000		0,2043	0,2974	709,1259

OUTSIDE OXIDE LAYER

POINT NUMBER = 1
 DISTANCE(MM) = 0,00007 0,00014
 TEMP.(DEG.C) = 1100,00 1100,00
 CONCEN(G/CM3) = 1,46334 1,41401

OUTSIDE ALPHA LAYER

POINT NUMBER = 1
 DISTANCE(MM) = 0,00014 0,00043
 TEMP.(DEG.C) = 1100,00 1100,00
 CONCEN(G/CM3) = 0,54000 0,12731

BETA LAYER

POINT NUMBER = 1 3 5 7 9 11 13 15 17 19 65 129 193
 DISTANCE(MM) = 0,00043 0,00202 0,00403 0,00605 0,00807 0,01009 0,01210 0,01412 0,01614 0,01815 0,06454 0,12909 0,19363
 TEMP.(DEG.C) = 1100,00 1100,00 1100,00 1100,00 1100,00 1100,00 1100,00 1100,00 1100,00 1100,00 1100,00 1100,00 1100,00
 CONCEN(G/CM3) = 0,03906 0,00833 0,00830 0,00830 0,00830 0,00830 0,00830 0,00830 0,00830 0,00830 0,00830 0,00830 0,00830

BETA LAYER

POINT NUMBER = 257 321 385 449 513 577 641 687 689 691 693 695 697
 DISTANCE(MM) = 0,25816 0,32272 0,38727 0,45181 0,51636 0,58090 0,64545 0,69184 0,69386 0,69587 0,69789 0,69991 0,70192
 TEMP.(DEG.C) = 1100,00 1100,00 1100,00 1100,00 1100,00 1100,00 1100,00 1100,00 1100,00 1100,00 1100,00 1100,00 1100,00
 CONCEN(G/CM3) = 0,00830 0,00830 0,00830 0,00830 0,00830 0,00830 0,00830 0,00830 0,00830 0,00830 0,00830 0,00830 0,00830

BETA LAYER

POINT NUMBER = 699 701 703 705
 DISTANCE(MM) = 0,70394 0,70596 0,70797 0,70956
 TEMP.(DEG.C) = 1100,00 1100,00 1100,00 1100,00
 CONCEN(G/CM3) = 0,00830 0,00830 0,00833 0,03906

INSIDE ALPHA LAYER

POINT NUMBER = 705
 DISTANCE(MM) = 0,70956 0,70986
 TEMP.(DEG.C) = 1100,00 1100,00
 CONCEN(G/CM3) = 0,12731 0,54000

INSIDE OXIDE LAYER

POINT NUMBER = 705 705
 DISTANCE(MM) = 0,70986 0,71006
 TEMP.(DEG.C) = 1100,00 1100,00
 CONCEN(G/CM3) = 1,41401 1,46334

J AERT-M 7720

TIME (SEC.)	PLOT NUMBER	HEAT TRANSFER COEFF. (W/CM2-C)	COOLANT TEMP. (DEG.C)	EMIS -SIVITY	RAD WALL TEMP. (DEG.C)	SURFACE TEMP. (DEG.C)	OX/MET TEMP. (DEG.C)	FIX. HEAT FLUX (W/CM2)	CON. HEAT FLUX (W/CM2)	RAD. HEAT FLUX (W/CM2)	TOTAL HEAT FLUX (W/CM2)
60,000	0	0.0	1100.00	0.0	0.0	1100.00	1100.00	0.0	0.0	0.0	0.0

O,FLUX LIMIT (MG/CM2 -SEC.)	OXYGEN FLUX (MG/CM2 -SEC.)	OXYGEN OXIDE (MG/CM2)	OXYGEN ALPHA (MG/CM2)	OXYGEN BETA (MG)	OXYGEN TOTAL (MG)	OXYGEN GAIN (MG/CM2)	OXYGEN (AV.) (MG/CM2)	OXIDE LAYER (MICRON)	ALPHA LAYER (MICRON)	BETA LAYER (MICRON)
1.00	0.0255	2.3249	0.5388			3.0181		15.8978	17.4333	
1.00	0.0256	2.3255	0.5402	3.1537	21.1707	3.0230	3.0204	15.8686	17.3603	654.1213

****OUTSIDE OXIDE LAYER****
 POINT NUMBER = 1 5 9 11
 DISTANCE(MM) = -0.00535 0.00073 0.00681 0.01035
 TEMP.(DEG.C) = 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00
 CONCEN(G/CM3) = 1.51400 1.47552 1.43731 1.41401

****OUTSIDE ALPHA LAYER****
 POINT NUMBER = 11 13 17 21 25 29
 DISTANCE(MM) = 0.01055 0.01210 0.01614 0.02017 0.02420 0.02798
 TEMP.(DEG.C) = 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00
 CONCEN(G/CM3) = 0.54000 0.49184 0.37406 0.27417 0.19365 0.12731

****BETA LAYER****
 POINT NUMBER = 29 33 41 49 57 65 73 81 89 97 105 129 193
 DISTANCE(MM) = 0.02798 0.03227 0.04034 0.04841 0.05648 0.06454 0.07261 0.08068 0.08875 0.09682 0.10489 0.12909 0.19363
 TEMP.(DEG.C) = 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00
 CONCEN(G/CM3) = 0.03906 0.03784 0.03555 0.03334 0.03122 0.02920 0.02728 0.02545 0.02372 0.02209 0.02034 0.01643 0.01071

****BETA LAYER****
 POINT NUMBER = 257 321 385 449 513 577 601 609 617 625 633 641 649
 DISTANCE(MM) = 0.25818 0.32272 0.38727 0.45181 0.51636 0.58090 0.60511 0.61317 0.62124 0.62931 0.63738 0.64545 0.65351
 TEMP.(DEG.C) = 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00
 CONCEN(G/CM3) = 0.00889 0.00844 0.00843 0.00886 0.01063 0.01629 0.02043 0.02199 0.02363 0.02536 0.02718 0.02910 0.03113

****BETA LAYER****
 POINT NUMBER = 657 665 673 677
 DISTANCE(MM) = 0.66158 0.66965 0.67772 0.68210
 TEMP.(DEG.C) = 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00
 CONCEN(G/CM3) = 0.03326 0.03548 0.03779 0.03906

****INSIDE ALPHA LAYER****
 POINT NUMBER = 677 681 685 689 693 695
 DISTANCE(MM) = 0.68210 0.68579 0.68982 0.69386 0.69789 0.69946
 TEMP.(DEG.C) = 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00
 CONCEN(G/CM3) = 0.12731 0.19211 0.27276 0.37287 0.49101 0.54000

****INSIDE OXIDE LAYER****
 POINT NUMBER = 695 697 701 705
 DISTANCE(MM) = 0.69946 0.70317 0.70925 0.71533
 TEMP.(DEG.C) = 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00
 CONCEN(G/CM3) = 1.41401 1.43715 1.47541 1.51400

TIME (SEC.)	PLOT NUMBER	HEAT TRANSFER COEFF. (W/CM2-C)	COOLANT TEMP. (DEG.C)	EMIS -SIVITY	RAD WALL TEMP. (DEG.C)	SURFACE TEMP. (DEG.C)	OX/MET TEMP. (DEG.C)	FIX. HEAT FLUX (W/CM2)	CON. HEAT FLUX (W/CM2)	RAD. HEAT FLUX (W/CM2)	TOTAL HEAT FLUX (W/CM2)
120,000	0	0.0	1100.00	0.0	0.0	1100.00	1100.00	0.0	0.0	0.0	0.0

O,FLUX LIMIT (MG/CM2 -SEC.)	OXYGEN FLUX (MG/CM2 -SEC.)	OXYGEN OXIDE (MG/CM2)	OXYGEN ALPHA (MG/CM2)	OXYGEN BETA (MG)	OXYGEN TOTAL (MG)	OXYGEN GAIN (MG/CM2)	OXYGEN (AV.) (MG/CM2)	OXIDE LAYER (MICRON)	ALPHA LAYER (MICRON)	BETA LAYER (MICRON)
1.00	0.0180	3.2892	0.7667			4.2874		22.5006	24.8846	
1.00	0.0181	3.2910	0.7692	3.6504	29.1722	4.2990	4.2928	22.4469	24.7183	630.5666

****OUTSIDE OXIDE LAYER****
 POINT NUMBER = 1 5 9 13 16
 DISTANCE(MM) = -0.00757-0.00149 0.00459 0.01067 0.01493
 TEMP.(DEG.C) = 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00
 CONCEN(G/CM3) = 1.51400 1.48681 1.45969 1.43277 1.41401

****OUTSIDE ALPHA LAYER****
 POINT NUMBER = 16 21 25 29 33 37 40
 DISTANCE(MM) = 0.01493 0.02017 0.02420 0.02824 0.03227 0.03631 0.03981
 TEMP.(DEG.C) = 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00
 CONCEN(G/CM3) = 0.54000 0.43074 0.35079 0.28045 0.21959 0.16804 0.12731

****BETA LAYER****
 POINT NUMBER = 40 49 57 65 73 81 89 97 105 113 121 129 193
 DISTANCE(MM) = 0.03981 0.04841 0.05648 0.06454 0.07261 0.08068 0.08875 0.09682 0.10489 0.11295 0.12102 0.12909 0.19363
 TEMP.(DEG.C) = 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00
 CONCEN(G/CM3) = 0.03906 0.03731 0.03568 0.03407 0.03251 0.03099 0.02952 0.02809 0.02672 0.02540 0.02433 0.02293 0.01545

****BETA LAYER****
 POINT NUMBER = 257 321 385 449 513 577 585 593 601 609 617 625 633
 DISTANCE(MM) = 0.25818 0.32272 0.38727 0.45181 0.51636 0.58090 0.58897 0.59704 0.60511 0.61317 0.62124 0.62931 0.63738
 TEMP.(DEG.C) = 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00
 CONCEN(G/CM3) = 0.01140 0.00974 0.00970 0.01128 0.01523 0.02265 0.02385 0.02512 0.02645 0.02783 0.02927 0.03077 0.03231

****BETA LAYER****
 POINT NUMBER = 641 649 657 666
 DISTANCE(MM) = 0.64545 0.65351 0.66158 0.67038
 TEMP.(DEG.C) = 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00
 CONCEN(G/CM3) = 0.03391 0.03554 0.03722 0.03906

****INSIDE ALPHA LAYER****
 POINT NUMBER = 666 669 673 677 681 685 690
 DISTANCE(MM) = 0.67038 0.67369 0.67772 0.68175 0.68579 0.68982 0.69510
 TEMP.(DEG.C) = 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00
 CONCEN(G/CM3) = 0.12731 0.16584 0.21756 0.27856 0.34902 0.42925 0.54000

****INSIDE OXIDE LAYER****
 POINT NUMBER = 695 693 697 701 705
 DISTANCE(MM) = 0.69510 0.69930 0.70539 0.71147 0.71755
 TEMP.(DEG.C) = 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00
 CONCEN(G/CM3) = 1.41401 1.43254 1.45950 1.48669 1.51400

JAERI-M 7720

TIME (SEC.)	PLOT NUMBER	HEAT TRANSFER COEFF. (W/CM2-C)	COOLANT TEMP. (DEG.C)	EMIS -SIVITY	RAD WALL TEMP. (DEG.C)	SURFACE TEMP. (DEG.C)	OX/MET TEMP. (DEG.C)	FIX. HEAT FLUX (W/CM2)	CON. HEAT FLUX (W/CM2)	RAD. HEAT FLUX (W/CM2)	TOTAL HEAT FLUX (W/CM2)
180.000	0	0.0	1100.00	0.0	0.0	1100.00	1100.00	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0	0.0	0.0	0.0	1100.00	1100.00	0.0	0.0	0.0	0.0

O. FLUX OXYGEN OXYGEN OXYGEN OXYGEN OXYGEN OXYGEN OXYGEN OXIDE ALPHA BETA
LIMIT FLUX IN IN IN IN TOTAL GAIN GAIN LAYER LAYER LAYER
(MG/CM2 (MG/CM2 (MG/CM2 (MG/CM2 (MG) (MG) (MG/CM2 (MG/CM2 (MICRON) (MICRON) (MICRON)
-SEC.) -SEC.) (MG/CM2) (MG/CM2) (MG) (MG) (MG/CM2) (MG/CM2) (AV.) (MICRON) (MICRON) (MICRON)
1.00 0.0147 4.0331 0.9360 4.0383 35.3083 5.2601 5.2684 27.5983 30.5717 612.5364
1.00 0.0148 4.0353 0.9396 4.0383 35.3083 5.2781 5.2684 27.5143 30.3172 612.5364

OUTSIDE OXIDE LAYER
POINT NUMBER = 1 5 9 13 17 19
DISTANCE(MM) = -0.00929-0.00321 0.00287 0.00895 0.01503 0.01831
TEMP.(DEG.C) = 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00
CONCEN(G/CM3) = 1.51400 1.49182 1.46968 1.44764 1.42575 1.41401

OUTSIDE ALPHA LAYER
POINT NUMBER = 21 25 29 33 37 41 45 49
DISTANCE(MM) = 0.04831 0.02017 0.02420 0.02824 0.03227 0.03631 0.04034 0.04437 0.04888
TEMP.(DEG.C) = 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00
CONCEN(G/CM3) = 0.54000 0.50651 0.43614 0.37104 0.31165 0.25823 0.21093 0.16981 0.12731

BETA LAYER
POINT NUMBER = 49 57 65 73 81 89 97 105 113 121 129 193 257
DISTANCE(MM) = 0.04888 0.05648 0.06454 0.07261 0.08068 0.08875 0.09682 0.10489 0.11295 0.12102 0.12909 0.19363 0.25818
TEMP.(DEG.C) = 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00
CONCEN(G/CM3) = 0.03906 0.03780 0.03647 0.03516 0.03387 0.03260 0.03137 0.03016 0.02899 0.02785 0.02675 0.01928 0.01449

BETA LAYER
POINT NUMBER = 321 385 449 513 577 585 593 601 609 617 625 633 641
DISTANCE(MM) = 0.32272 0.38727 0.45181 0.51636 0.58090 0.58897 0.59704 0.60511 0.61317 0.62124 0.62931 0.63738 0.64545
TEMP.(DEG.C) = 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00
CONCEN(G/CM3) = 0.01219 0.01212 0.01428 0.01895 0.02640 0.02752 0.02867 0.02986 0.03109 0.03235 0.03365 0.03497 0.03633

BETA LAYER
POINT NUMBER = 649 657
DISTANCE(MM) = 0.65351 0.66142
TEMP.(DEG.C) = 1100.00 1100.00
CONCEN(G/CM3) = 0.03770 0.03906

INSIDE ALPHA LAYER
POINT NUMBER = 657 661 665 669 673 677 681 685 687
DISTANCE(MM) = 0.66142 0.66562 0.66965 0.67369 0.67772 0.68175 0.68579 0.68982 0.69174
TEMP.(DEG.C) = 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00
CONCEN(G/CM3) = 0.12731 0.16703 0.20830 0.25576 0.30938 0.36902 0.43443 0.50524 0.54000

INSIDE OXIDE LAYER
POINT NUMBER = 687 689 693 697 701 705
DISTANCE(MM) = 0.69174 0.69493 0.70101 0.70709 0.71317 0.71925
TEMP.(DEG.C) = 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00
CONCEN(G/CM3) = 1.41401 1.42545 1.44736 1.46946 1.49169 1.51400

TIME (SEC.)	PLOT NUMBER	HEAT TRANSFER COEFF. (W/CM2-C)	COOLANT TEMP. (DEG.C)	EMIS -SIVITY	RAD WALL TEMP. (DEG.C)	SURFACE TEMP. (DEG.C)	OX/MET TEMP. (DEG.C)	FIX. HEAT FLUX (W/CM2)	CON. HEAT FLUX (W/CM2)	RAD. HEAT FLUX (W/CM2)	TOTAL HEAT FLUX (W/CM2)
240.000	0	0.0	1100.00	0.0	0.0	1100.00	1100.00	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0	0.0	0.0	0.0	1100.00	1100.00	0.0	0.0	0.0	0.0

O. FLUX OXYGEN OXYGEN OXYGEN OXYGEN OXYGEN OXYGEN OXYGEN OXIDE ALPHA BETA
LIMIT FLUX IN IN IN IN IN TOTAL GAIN GAIN LAYER LAYER LAYER
(MG/CM2 (MG/CM2 (MG/CM2 (MG/CM2 (MG) (MG) (MG/CM2) (MG/CM2) (MICRON) (MICRON) (MICRON)
-SEC.) -SEC.) (MG/CM2) (MG/CM2) (MG) (MG) (MG/CM2) (MG/CM2) (AV.) (MICRON) (MICRON) (MICRON)
1.00 0.0127 4.6461 1.0903 4.3675 40.4734 6.0789 6.0904 31.8022 35.1383 597.8846
1.00 0.0128 4.6505 1.0952 4.3675 40.4734 6.1035 6.0904 31.6983 34.8371 597.8846

OUTSIDE OXIDE LAYER
POINT NUMBER = 7 9 17 22
DISTANCE(MM) = -0.01070 0.00146 0.01362 0.02110
TEMP.(DEG.C) = 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00
CONCEN(G/CM3) = 1.51400 1.47556 1.43735 1.41401

OUTSIDE ALPHA LAYER
POINT NUMBER = 22 33 41 49 57
DISTANCE(MM) = 0.02110 0.03227 0.04034 0.04841 0.05624
TEMP.(DEG.C) = 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00
CONCEN(G/CM3) = 0.54000 0.38107 0.27706 0.19598 0.12731

BETA LAYER
POINT NUMBER = 57 65 81 97 113 129 145 161 177 193 209 257 321
DISTANCE(MM) = 0.05624 0.06454 0.08068 0.09682 0.11295 0.12909 0.14523 0.16136 0.17750 0.19363 0.20977 0.25818 0.32272
TEMP.(DEG.C) = 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00
CONCEN(G/CM3) = 0.03906 0.03790 0.03566 0.03348 0.03139 0.02938 0.02748 0.02569 0.02401 0.02247 0.02105 0.01761 0.01510

BETA LAYER
POINT NUMBER = 385 449 497 513 529 545 561 577 593 609 625 641 650
DISTANCE(MM) = 0.38727 0.45181 0.50022 0.51636 0.53249 0.54863 0.56477 0.58090 0.59704 0.61317 0.62931 0.64545 0.65412
TEMP.(DEG.C) = 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00
CONCEN(G/CM3) = 0.01500 0.01736 0.02071 0.02211 0.02365 0.02533 0.02713 0.02905 0.03109 0.03324 0.03548 0.03780 0.03906

INSIDE ALPHA LAYER
POINT NUMBER = 650 657 665 673 684
DISTANCE(MM) = 0.65412 0.66158 0.66965 0.67772 0.68896
TEMP.(DEG.C) = 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00
CONCEN(G/CM3) = 0.12731 0.19289 0.27409 0.37829 0.54000

INSIDE OXIDE LAYER
POINT NUMBER = 684 689 697 705
DISTANCE(MM) = 0.68896 0.69634 0.70850 0.72066
TEMP.(DEG.C) = 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00
CONCEN(G/CM3) = 1.41401 1.43705 1.47536 1.51400

TIME (SEC.)	PLOT NUMBER	HEAT TRANSFER COEFF. (W/CM2-C)	COOLANT TEMP. (DEG.C)	EMIS -SIVITY	RAD WALL TEMP. (DEG.C)	SURFACE TEMP. (DEG.C)	OX/MET TEMP. (DEG.C)	FIX. HEAT FLUX (W/CM2)	CON. HEAT FLUX (W/CM2)	RAD. HEAT FLUX (W/CM2)	TOTAL HEAT FLUX (W/CM2)
300.000	0	0.0 0.0	1100.00 0.0	0.0 0.0	0.0 0.0	1100.00 1100.00	1100.00 1100.00	0.0 0.0	0.0 0.0	0.0 0.0	0.0 0.0

O.FLUX LIMIT (MG/CM2 -SEC.)	OXYGEN FLUX (MG/CM2 -SEC.)	OXYGEN IN OXIDE (MG/CM2)	OXYGEN IN ALPHA (MG/CM2)	OXYGEN IN BETA (MG)	OXYGEN TOTAL (MG)	OXYGEN GAIN (MG/CM2)	OXYGEN GAIN (AV.) (MG/CM2)	OXIDE LAYER (MICRON)	ALPHA LAYER (MICRON)	BETA LAYER (MICRON)
1.00	0.0114	5.1954	1.2226	4.6364	45.0307	6.8009	6.8154	35.5699	39.3908	584.5299
1.00	0.0115	5.1982	1.2295	4.6364	45.0307	6.8322	6.8154	35.4225	38.9686	584.5299

OUTSIDE OXIDE LAYER

POINT NUMBER = 1 9 17 24
 DISTANCE(MM) = 0.01197 0.00019 0.01235 0.02360
 TEMP.(DEG.C) = 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00
 CONCEN(G/CM3) = 1.51400 1.47964 1.44545 1.41401

OUTSIDE ALPHA LAYER

POINT NUMBER = 24 33 41 49 57 63
 DISTANCE(MM) = 0.02360 0.03227 0.04034 0.04841 0.05648 0.06299
 TEMP.(DEG.C) = 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00
 CONCEN(G/CM3) = 0.54000 0.42916 0.33170 0.24747 0.17745 0.12731

BETA LAYER

POINT NUMBER = 63 81 97 113 129 145 161 177 193 209 225 257 321
 DISTANCE(MM) = 0.06299 0.08068 0.09682 0.11295 0.12909 0.14523 0.16136 0.17750 0.19363 0.20977 0.22591 0.25818 0.32272
 TEMP.(DEG.C) = 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00
 CONCEN(G/CM3) = 0.03906 0.03692 0.03497 0.03309 0.03127 0.02954 0.02791 0.02637 0.02494 0.02362 0.02242 0.02042 0.01802

BETA LAYER

POINT NUMBER = 385 449 481 497 513 529 545 561 577 593 609 625 643
 DISTANCE(MM) = 0.38727 0.45181 0.48409 0.50022 0.51636 0.53249 0.54863 0.56477 0.58090 0.59704 0.61317 0.62931 0.64752
 TEMP.(DEG.C) = 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00
 CONCEN(G/CM3) = 0.01792 0.02014 0.02209 0.02326 0.02457 0.02599 0.02754 0.02919 0.03095 0.03280 0.03474 0.03676 0.03906

INSIDE ALPHA LAYER

POINT NUMBER = 643 649 657 665 673 682
 DISTANCE(MM) = 0.64752 0.65351 0.66158 0.66965 0.67772 0.68649
 TEMP.(DEG.C) = 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00
 CONCEN(G/CM3) = 0.12731 0.17386 0.24450 0.32907 0.42695 0.54000

INSIDE OXIDE LAYER

POINT NUMBER = 682 689 697 705
 DISTANCE(MM) = 0.68649 0.69759 0.70975 0.72191
 TEMP.(DEG.C) = 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00
 CONCEN(G/CM3) = 1.41401 1.44510 1.47941 1.51400

TIME (SEC.)	PLOT NUMBER	HEAT TRANSFER COEFF. (W/CM2-C)	COOLANT TEMP. (DEG.C)	EMIS -SIVITY	RAD WALL TEMP. (DEG.C)	SURFACE TEMP. (DEG.C)	OX/MET TEMP. (DEG.C)	FIX. HEAT FLUX (W/CM2)	CON. HEAT FLUX (W/CM2)	RAD. HEAT FLUX (W/CM2)	TOTAL HEAT FLUX (W/CM2)
360.000	0	0.0 0.0	1100.00 0.0	0.0 0.0	0.0 0.0	1100.00 1100.00	1100.00 1100.00	0.0 0.0	0.0 0.0	0.0 0.0	0.0 0.0

O.FLUX LIMIT (MG/CM2 -SEC.)	OXYGEN FLUX (MG/CM2 -SEC.)	OXYGEN IN OXIDE (MG/CM2)	OXYGEN IN ALPHA (MG/CM2)	OXYGEN IN BETA (MG)	OXYGEN TOTAL (MG)	OXYGEN GAIN (MG/CM2)	OXYGEN GAIN (MG/CM2)	OXIDE LAYER (MICRON)	ALPHA LAYER (MICRON)	BETA LAYER (MICRON)
1.00	0.0104	5.6987	1.3366	4.8692	49.1482	7.4523	7.4699	39.0232	43.3171	572.2968
1.00	0.0105	5.7011	1.3447	4.8692	49.1482	7.4903	7.4699	38.8394	42.7171	572.2968

OUTSIDE OXIDE LAYER

POINT NUMBER = 1 9 17 27
 DISTANCE(MM) = -0.01313 -0.00097 0.01119 0.02589
 TEMP.(DEG.C) = 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00
 CONCEN(G/CM3) = 1.51400 1.48270 1.45152 1.41401

OUTSIDE ALPHA LAYER

POINT NUMBER = 27 33 41 49 57 65 70
 DISTANCE(MM) = 0.02589 0.03227 0.04034 0.04841 0.05648 0.06454 0.06921
 TEMP.(DEG.C) = 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00
 CONCEN(G/CM3) = 0.54000 0.46313 0.37067 0.28951 0.21944 0.15873 0.12731

BETA LAYER

POINT NUMBER = 70 81 97 113 129 145 161 177 193 209 225 257 321
 DISTANCE(MM) = 0.06921 0.08068 0.09682 0.11295 0.12909 0.14523 0.16136 0.17750 0.19363 0.20977 0.22591 0.25818 0.32272
 TEMP.(DEG.C) = 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00
 CONCEN(G/CM3) = 0.03906 0.03783 0.03611 0.03443 0.03282 0.03127 0.02980 0.02841 0.02711 0.02592 0.02483 0.02298 0.02076

BETA LAYER

POINT NUMBER = 385 449 481 497 513 529 545 561 577 593 609 625 637
 DISTANCE(MM) = 0.38727 0.45181 0.48409 0.50022 0.51636 0.53249 0.54863 0.56477 0.58090 0.59704 0.61317 0.62931 0.64151
 TEMP.(DEG.C) = 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00
 CONCEN(G/CM3) = 0.02066 0.02271 0.02449 0.02557 0.02676 0.02805 0.02945 0.03094 0.03252 0.03418 0.03591 0.03769 0.03906

INSIDE ALPHA LAYER

POINT NUMBER = 637 641 649 657 665 673 679
 DISTANCE(MM) = 0.64151 0.64545 0.65351 0.66158 0.66965 0.67772 0.68422
 TEMP.(DEG.C) = 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00
 CONCEN(G/CM3) = 0.12731 0.15523 0.21717 0.28641 0.36769 0.46078 0.54000

INSIDE OXIDE LAYER

POINT NUMBER = 679 689 697 705
 DISTANCE(MM) = 0.68422 0.69874 0.71090 0.72306
 TEMP.(DEG.C) = 1100.00 1100.00 1100.00 1100.00
 CONCEN(G/CM3) = 1.41401 1.45114 1.48246 1.51400

A.4 プログラムリスト

FACOM 230-75 M7 FORTRAN-IV H COMPILER (OPT2) SOURCE PROGRAM LIST -770315-(V02,L09) DATE 78.03.14/15:47 PAGE 1

ISN	ST-NO	SOURCE PROGRAM	SEQUENCE
**		PROGRAM PRECIP=2 **	
*		(INPUT=512,OUTPUT,TAPE7=INPUT,TAPE6=OUTPUT,TAPE5=512)	
1		COMMON/RESULT/PLO(25,200),KPL0T,MPL0T	
2		COMMON/GEOMET/ R(1000),ROXID(2),RALFA(2),WALL,DOXID(2),DALFA(2),DR	
3		COMMON/TEMP / T(1000),TOXID(2),TALFA(2),TSTART,TSTEAM(2),TWALL(2)	
4		1,TSURF(2)	
5		COMMON/TEMTIM/ TCOOL(100,2),ZTCOOL(100,2),TRAD(100,2),ZTRAD(100,2)	
		COMMON/HEAT / HVER(100),HCOOL(2),ERADIA(2),HEATFL(2),HFIXED(2),	
		1 @SPLIT,HCAP(100),HSTEAM(2),HRADIA(2)	
		2 @SURF(2),@CON(2),@RAD(2),@REACT(2)	
6		COMMON/HEADLN/ NTITLE(20)	
7		COMMON/CONCEN/ C(1000),COXID(2),COXAL(2),CALBET(2),CBETA(2),	
		1 OXIGFL(2),HDIFF(2),CSTART,GAIN(2)	
		2 OCAP(500),OVER(500),ODTMAX(500)	
		3 COA(2),CAO(2),CAB(2),CBA(2)	
		4 OCAPOA(2),OCAPAO(2),OCAPAB(2),OCAPBA(2)	
8		COMMON/ZEIT / TIME,TMAX,DTTEMP,DTDIF,DTPRIN,DTMAX(100)	
		1 MTEMP,MDIFF,MPRINT	
9		COMMON/MESH /MGROSS,MFINE,NOXID(2),MOXI(2)	
		1 NLUMB,NSTART,NALFA(2)	
10		COMMON/MESHTE/NT(100),NTCOOL(2),NTWALL(2),KTCOOL(2),KTWALL(2),NGES	
11		COMMON/MESHCO/NC(500),NBAKER,MGES,MOA(2),MAB(2)	
		1 NOA(2),NAO(2),NAB(2),NBA(2),INTOXI(2),INTB	
		2 NOA1,NAO1,NAB1,NBA1,NOXID1,NALFA1	
		3 NOA2,NAO2,NAB2,NBA2,NOXID2,NALFA2	
12		COMMON/MATPRO/ DENZIR,DENZRO,OSTOCH,OXICON,DENRAT,FJCFAC,OXHEAT	
13		COMMON/PROFIL/ CO(500),X(500),OLAYER(2),ALAYER(2),BLAYER,OOXID(2),	
		1OALFA(2),OGAIN(2),OBETA,OTOTAL,OBETAS,STEMP,	
		2M1,M2,M3,M4,M5,NUMBER,NSCALE	
14		COMMON/HINPUT/ HDIFIN(100,2),TIMDIF(100,2),HCOEFF(100,2),	
		1 TCOEFF(100,2),HRADCO(100,2),TRADCO(100,2),	
		2 @FLUXI(100,2),@FLUX(100,2),TIMSTP(100),DTNEW(100),	
		3 KDIFFIN(2),NDIFIN(2),K@FLUX(2),N@FLUX(2),	
		4 KCOEFF(2),NCOEFF(2),KRADCO(2),NRADCO(2),NSTEP	
15		COMMON/PLOVAR/OLIMIT(2),CINIT,PLOTIM	
16		COMMON/DTOLD / DTOLD	
17		DIMENSION DOXOLD(2),DALOLD(2)	
18		DIMENSION ISUF(1024)	
19		DIMENSION TOPTIM(200)	
20		DATA IPLT/ 0/	
		C DXO = MAX,MOVEMENT OF OXIDE/ALPHA INTERFACE DURING 1 TIME STEP	
		C DXA = MAX,MOVEMENT OF ALPHA/BETA INTERFACE DURING 1 TIME STEP	
		C DTE = MAX,TEMPERATURE CHANGE DURING 1 TIME STEP	
		C	
		C INPUT DATA DUMP	
		C *** CALL INPLT ***	
21		CALL INPLT	
22		DXO=2,E-6	
23		DXA=5,E-6	
24		DTE=1,	
25		DTE2=DTE/2,	
		C	
		C READ INPUT DATA	
		C *** CALL INPUT ***	
26		1 CALL INPUT	
27		IF(R(1),EQ,0.) GO TO 9999	
		C R(1)=0. IS SET IN INPUT IF THERE IS NO NEXT CASE	

FACOM 230-75 M7 FORTRAN-IV H COMPILER (OPT2) SOURCE PROGRAM LIST -770315-(V02,L09) DATE 78.03.14/15:47 PAGE 2

ISN	ST-NO	SOURCE PROGRAM (FTMAIN)	SEQUENCE
		C	
		C PLOTER INITIAL SET	
		C *** CALL PLOTS ***	
28		IF(IPLT,EQ,1) GO TO 2	
29		IF(MPLOT,EQ,0,AND,NUMBER,EQ,0) GO TO 2	
CDC		CALL PLOTS(1BUF,1024,1)	
30		CALL PLOTS(1BUF,1024)	
CDC		CALL P1136M	
CDC			
31		CALL FACTOR(20,0)	
32		IPLT=1	
33		2 CONTINUE	
		C	
		C *** CALL INDATA ***	
34		CALL INDATA	
		C INDATA PRINTS ALL INPUT DATA	
35		NSTART=0	
		C INITIAL SET	
		C *** CALL INITIA ***	
36		CALL INITIA	
		C	
		C CHECK THE TIME OF TIME DEPENDENT DATA	
		C *** CALL TIMDEP ***	
37		CALL TIMDEP(TOPTIM,NTDPDT)	
38		TTEMP=-1,E-10	
39		TDIFF=-1,E-10	
40		TPRINT=DTPRIN-1,E-10	
41		TPLOT=DTPRIN*FLOAT(MPRINT)=1,E-10	
42		TMAX=TMAX-1,E-10	
43		TEMMAX=DTTEMP	
44		DIFMAX=DTDIFF	
45		DXLIM=DXO *DENZIR*DENRAT	
46		LSTEP=1	
47		DOXOLD(1)=DOXID(1)	
48		DOXOLD(2)=DOXID(2)	
49		DALOLD(1)=DALFA(1)	
50		DALOLD(2)=DALFA(2)	
51		DTOLD=DOXID(1)*DOXID(2)	
52		DETMN=DTOLD	
53		DTOLD2=DTOLD	
54		DTOLD3=DTOLD	
55		TEMOLD=T(1)	
56		10 DTMIN=TPRINT-TIME+1,E-10	
		C TIME STEP CONTROL (UP TO LABEL 140)	
		C DTDIFF = TIME STEP FOR DIFFUSION CALCULATION	
		C DTTEMP = TIME STEP FOR TEMPERATURE CALCULATION	
57		DTDIFF=DIFMAX	
58		DTTEMP=TEMMAX	
59		DO 20 K=1,2	
60		IF(HDIFF(K),EQ,0.) GO TO 20	
61		DT=DXLIM/OXIGFL(K)	
62		IF(DT,GT,DTOLD)DT=1.03*DTOLD	
63		IF(DT,LT,DTDIFF) DTDIFF=DT	
64		DO=ABS(DOXID(K))-DOXOLD(K)	
65		DA=ABS(DALFA(K))-DALOLD(K)	
66		IF(DO,GT,DXO) DTDIFF=DTOLD *DXO/DO	
67		IF(DA,GT,DXA) DTDIFF=DTOLD *DXA/DA	

```

ISN  ST-NO      SOURCE PROGRAM      ( FTMAIN )      SEQUENCE
68      DOXOLD(K)=DOXID(K)
69      DALOLD(K)=DALFA(K)
70      CONTINUE
71      IF(DTDIFF,LT,DTMIN) DTMIN=DTDIFF
72      IF(DTTEMP,LT,DTMIN) DTMIN=DTTEMP
73      IF(NLUMB,E0,2) GO TO 70
74      C NLUMB=2 NO TEMPERATURE CALCULATION
75      DELTA= ABS(T(1)-TEMOLD)
76      IF(DELTA-DTE2)50,50,60
77      50 DTTEMP=DTMIN
78      GO TO 140
79      60 DTTEMP=DTOLD*DTE2/DELTA
80      IF(DTTEMP,LT,DTMIN) DTMIN=DTTEMP
81      GO TO 140
82      C 70 IF(NTCOOL(1),GT,0) GO TO 80
83      C NTCOOL(1) OR NTCOOL(2) GREATER THAN 0:
84      C TEMPERATURE IS FUNCTION OF TIME
85      DTTEMP=TMAX
86      GO TO 100
87      80 CONTINUE
88      TNEW=TFUN(KTCOOL(1),TCOOL,ZTCOOL,1,TPRINT)
89      DELTA= ABS(T(1)-TNEW)
90      IF(DELTA,GT,1.) GO TO 90
91      DTTEMP=TPRINT-TIME
92      GO TO 140
93      90 DTTEMP=(TPRINT-TIME)/DELTA
94      TTEMP=TIME
95      GO TO 140
96      100 IF(NTCOOL(2),E0,0) GO TO 140
97      T(MFINE)=TFUN(KTCOOL(2),TCOOL,ZTCOOL,2,TIME)
98      TNEW =TFUN(KTCOOL(2),TCOOL,ZTCOOL,2,TPRINT)
99      DELTA= ABS(T(MFINE)-TNEW)
100     IF(DELTA,GT,1.) GO TO 120
101     DTTEMP=TPRINT-TIME
102     GO TO 140
103     120 DTTEMP=(TPRINT-TIME)/DELTA
104     TTEMP=TIME
105     CONTINUE
106     IF(NTDPT,LT,2) GO TO 145
107     DELTIM=DTMIN
108     C
109     C *** CALL TIMCHK ***
110     CALL TIMCHK(TIME,DELTIM,TDPTIM,NTDPT,DELTIM)
111     IF(DELTIM,E0,DTMIN) GO TO 145
112     DTDIFF=DTTEMP-DTMIN+DELTIM
113     CONTINUE
114     145 CONTINUE
115     IF(DTMIN,LT,DTDIFF) DTDIFF=DTMIN
116     C END OF TIME STEP CONTROL
117     IF(TIME,LT,TTEMP) GO TO 200
118     DO 150 K=1,2
119     IF(NTCOOL(K),GT,0)TSTEAM(K)=TFUN(KTCOOL(K),TCOOL,ZTCOOL,K,TIME)
120     IF(NTWALL(K),GT,0)TWALL(K)=TFUN(KTWALL(K),TRAD,ZTRAD,K,TIME)
121     IF(NCOEFF(K),GT,0)HCOOL(K)=TFUN(KCOEFF(K),HCOEFF,TCOEFF,K,TIME)
122     IF(NRADCO(K),GT,0)ERADIA(K)=TFUN(KRADCO(K),HRADCO,TRADCO,K,TIME)
123     IF(NFLUX(K),GT,0)QF1XED(K)=TFUN(KFLUX(K),QFLUX1,QFLUX,K,TIME)
124     CONTINUE
125     TEMOLD=T(1)

```

```

ISN  ST-NO      SOURCE PROGRAM      ( FTMAIN )      SEQUENCE
119     C
120     C *** CALL TEMPER ***
121     CALL TEMPER
122     TEMPER CALCULATES TEMPERATURES IN WALL
123     TTEMP=TTEMP+DTTEMP
124     200 IF(TIME,LT,TDIFF) GO TO 300
125     H1=HDIFF(1)
126     H2=HDIFF(2)
127     IF(NDIFIN(1),GT,0)HDIFF(1)=TFUN(KDIFIN(1),HDIFIN,TIMDIF,1,TIME)
128     IF(NDIFIN(2),GT,0)HDIFF(2)=TFUN(KDIFIN(2),HDIFIN,TIMDIF,2,TIME)
129     IF(HDIFF(1),LE,H1),AND,HDIFF(2),LE,H2) GO TO 220
130     D1=DOXID(1)
131     D2=DOXID(2)
132     IF(D1,LE,0,0) D1=D2
133     IF(D2,LE,0,0) D2=D1
134     DTMIN=AMIN1(D1,D2)*2,0
135     IF(DTMIN,LT,1,E-7) DTMIN=1,E-7
136     DTDIFF=DTMIN
137     C
138     C *** CALL DIFFUS ***
139     220 CALL DIFFUS
140     DIFFUS CALCULATES OXYGEN PROFIL IN WALL
141     IF(TIME,GT,0,) GO TO 250
142     C INITIAL PROFILE PRINT OUT
143     C *** CALL OUTPUT ***
144     CALL OUTPUT
145     OBETAS=OTOTAL
146     250 TDIFF=TDIFF+DTDIFF
147     300 TIME=TIME+DTMIN
148     DTDIFF=DTOLD3
149     DTOLD3=DTOLD2
150     DTOLD2=DTOLD
151     DTOLD=DTMIN
152     IF(TIME,LT,TPRINT) GO TO 10
153     DTOLD =DTOLD3
154     C
155     C *** CALL OUTPUT ***
156     CALL OUTPUT
157     OXYGEN AND TEMPERATURE PROFILE ARE PRINTED
158     IF((LSTEP,GT,NSTEP),OR,(TIME,LT,TMSTP(LSTEP),000001))GO TO 400
159     DTPRIN=DTNEW(LSTEP)
160     DTNEW (LSTEP) IS THE NEW OUTPUT TIME STEP
161     LSTEP=LSTEP+1
162     400 TPRINT=TPRINT+DTPRIN
163     IF(TIME,LT,TPL0T) GO TO 10
164     TPLOT=TPLOT+DTPRIN*FLOAT(MPRINT)
165     IF((NUMBER,E0,0),OR,(NBAKER,GT,0)) GO TO 4000
166     CINIT=CSTART
167     PLOTIM=TIME
168     OLIMIT(1)=HDIFF(1)
169     OLIMIT(2)=HDIFF(2)
170     STEMP=T(1)
171     C OXYGEN PROFILE IS PLOTED
172     CALL PROPLO
173     MSCALE=NSCALE

```

```

ISN  ST-NO          SOURCE PROGRAM          ( FTMAIN )          SEQUENCE
162          IF(MSCALE,NE,2) GO TO 3500
163          NUMBER=NUMBER+1
164          NSCALE=0
C
C          *** CALL PROPLO ***
165          CALL PROPLO
166          NSCALE=2
167          3500 NUMBER=NUMBER+1
168          4000 IF(TIME,LT,TMAX) GO TO 10
C          MPLOTT=0 TIME DEPENDENT VARIABLES ARE NOT PLOTTED
C          *** CALL TRAPLO ***
169          IF(MPLOTT.GT,0) CALL TRAPLO
C          TRAPLO PLOTS UP TO 24 VARIABLES AS FUNCTIONS OF TIME OR SQUARE
C          ROOT OF TIME
170          GO TO 1
171          9999 CONTINUE
172          IF(IPLT,E0,1)          CALL PLOT(0,0,999)
173          STOP
174          END
    
```

```

ISN  ST-NO          SOURCE PROGRAM          SEQUENCE
1          SUBROUTINE INPLT          INP00010
2          DIMENSION K(20)          INP00020
C
3          REWIND 5          INP00040
4          I=0          INP00050
5          WRITE(6,20)          INP00060
6          1 I=I+1          INP00070
7          READ(5,10,END=9) K          INP00080
8          2 CONTINUE          INP00090
9          WRITE(6,21) I, (K(J),J=1,20)          INP00100
10         IF(I/50*50-I.NE,0) GO TO 1          INP00110
11         WRITE(6,22)          INP00120
12         WRITE(6,20)          INP00130
13         GO TO 1          INP00140
14         9 I I = I - 1          INP00150
15         IF(I/50*50-I1 .NE,0) WRITE(6,22)          INP00160
16         REWIND 5          INP00170
17         RETURN          INP00180
18         10 FORMAT(20A4)          INP00190
19         20 FORMAT(11I,4X,31H INPUT DATA LIST /          INP00200
20         1          41X,31H-----/          INP00210
21         2          25X,72H1          2          3          4          5          6          INP00220
22         3          7          8          / 7X,9HCARD NO.          INP00230
23         4          80H...5...0...5...0...5...0...5...0...5...0...5...0...5...0...          INP00240
24         5...5...0...5...0          INP00250
25         21 FORMAT(11X,13,2H, ,20A4)          INP00260
26         22 FORMAT(16X,          INP00270
27         1          80H...5...0...5...0...5...0...5...0...5...0...5...0...          INP00280
28         2...5...0...5...0          INP00290
29         END          INP00300
    
```

```

ISN  ST-NO          SOURCE PROGRAM          SEQUENCE
1          SUBROUTINE INPUT          INP00010
C          ALL INPUT DATA ARE READ IN THIS SUBROUTINE          INP00020
2          COMMON/RESULT/PLOT(25,200),KPLLOT,MPLLOT          INP00030
3          COMMON/GEOME/ R(1000),ROXID(2),HALFA(2),WALL,DOXID(2),DALFA(2),DR          INP00040
4          COMMON/TEMP / T(1000),TOXID(2),TALFA(2),TSTART,TSTEAM(2),TWALL(2)          INP00050
5          COMMON/CTEM/ TCOOL(100,2),ZTCOOL(100,2),TRAD(100,2),ZTRAD(100,2)          INP00060
6          COMMON/HEAT / HVER(100),HCOOL(2),ERADIA(2),HEATFL(2),@FIXED(2),          INP00080
7          1          @SPLIT,HCAP(100),HSTEAM(2),HRADIA(2)          INP00090
8          2          @SURF(2),@CON(2),@RAD(2),@REACT(2)          INP00100
C          COMMON/HEADLN/ NTITLE(20)          INP00110
9          COMMON/CONCEN/ C(1000),COXID(2),COXAL(2),CALBET(2),CBETA(2),          INP00120
10         1          OXIGFL(2),HDIFF(2),CSTART,GAIN(2)          INP00130
11         2          OCAP(500),OVER(500),ODTMAX(500)          INP00140
12         3          COA(2),CAD(2),CAB(2),CBA(2)          INP00150
13         4          OCAPOA(2),UCAPAO(2),OCAPAB(2),OCAPBA(2)          INP00160
14         COMMON/ZEIT / TIME,TMAX,DTTEMP,DTDIFF,DTPRIN,DTMAX(100)          INP00170
15         1          MTEMP,MDIFF,MPRINT          INP00180
16         COMMON/MESH / MGRUSS,MFINE,NOXID(2),MOXI(2)          INP00190
17         1          NLUMB,NSTART,NALFA(2)          INP00200
18         COMMON/MESHTE/NT(100),NTCOOL(2),NTWALL(2),KTCOOL(2),KTWALL(2),NGES          INP00210
19         COMMON/MESHCOV/NC(500),NBKAK,MGES,MOA(2),MAB(2)          INP00220
20         1          NOA(2),NAO(2),NAB(2),NBA(2),INTOXI(2),INTB          INP00230
21         2          NOA1,NAO1,NAB1,NBA1,NOXID1,NALFA1          INP00240
22         3          NOA2,NAO2,NAB2,NBA2,NOXID2,NALFA2          INP00250
13         COMMON/MATPRO/ DENZIR,DENZRO,OSTOCH,OXICON,DENRAT,FICFAC,OXHEAT          INP00260
14         COMMON/PROFIL/ CO(500),X(500),OLAYER(2),ALAYER(2),BLAYER,OOXID(2),          INP00270
15         1          OALFA(2),OGAIN(2),OBETA,OTOTAL,OBETAS,STEMP,          INP00280
16         2          M1,M2,M3,M4,M5,NUMBER,NSCALE          INP00290
17         COMMON/HINPUL/ HDIFIN(100,2),TIMDIF(100,2),HCOEFF(100,2),          INP00300
18         1          TCOEFF(100,2),HRADCO(100,2),TRADCO(100,2),          INP00310
19         2          @FLUXI(100,2),T@FLUX(100,2),TIMSTP(100),DTNEW(100),          INP00320
20         3          K@IFIN(2),NDIFIN(2),K@FLUX(2),N@FLUX(2),          INP00330
21         4          KCOEFF(2),NCOEFF(2),KRADCO(2),NRADCO(2),NSTEP          INP00340
16         COMMON/CEB / CEB          INP00350
17         COMMON/DCOEFF / DCOEFO(2),DCOEFA(2),DCOEFB(2)          INP00360
18         COMMON/GEOME2/ HESHX          INP00370
19         COMMON/INTFUN/ TEOA(101,2,2),CE@A(101,2,2),NE@A(2,2),KE@A(2,2)          INP00380
20         COMMON/FCALPI/ FCCOEF(6)          INP00390
21         COMMON/MME@ / MME@          INP00395
22         DIMENSION CHL(2)          INP00400
23         DATA ZERO / 0,0 /          INP00410
24         M=5          INP00420
25         INP00430
C          READ(M,190,END=1001) NTITLE          INP00440
CDC         IF(EOF(M).NE,0.) GO TO 1001          INP00450
C          READ (M,200) K(1),WALL,OLAYER(1),ALAYER(1),OLAYER(2),ALAYER(2)          INP00460
26         ,CEB          INP00470
27         INP00480
C          READ(M,250) TMAX,DTTEMP,DTDIFF,DTPRIN,NSTEP,MPRINT,NUMBER,NSCALE          INP00490
28         IF(NSTEP.GT,0) READ(M,200) (TIMSTP(K),DTNEW(K),K=1,NSTEP)          INP00500
29         READ(M,400) NLUMB,NBAK          INP00520
30         READ(M,300) (HDIFF(K),HCOOL(K),TSTEAM(K),ERADIA(K),TWALL(K),          INP00530
31         1          @FIXED(K),K=1,2)          INP00540
32         READ(M,400) (NDIFIN(K),NCOEFF(K),NTCOOL(K),NRADCO(K),NTWALL(K),          INP00550
33         1          N@FLUX(K),K=1,2)          INP00560
    
```

ISN	ST-NO	SOURCE PROGRAM (INPUT)	SEQUENCE
32		DO 100 K=1,2	INP00570
33		IF(NDFIN(K),EQ,0) GO TO 20	INP00580
34		N=NDFIN(K)	INP00590
35		READ(M,200) (HDFIN(L,K),TIMDIF(L,K),L=1,N)	INP00600
36	20	IF(NCOEFF(K),EQ,0) GO TO 30	INP00610
37		N=NCOEFF(K)	INP00620
38		READ(M,200) (HCOEFF(L,K),TCOEFF(L,K),L=1,N)	INP00630
39	30	IF(NTCOOL(K),EQ,0) GO TO 40	INP00640
40		N=NTCOOL(K)	INP00650
41		READ(M,200) (TCOOL(L,K),ZTCOOL(L,K),L=1,N)	INP00660
42	40	IF(NRADCO(K),EQ,0) GO TO 50	INP00670
43		N=NRADCO(K)	INP00680
44		READ(M,200) (HRADCO(L,K),TRADCO(L,K),L=1,N)	INP00690
45	50	IF(NTWALL(K),EQ,0) GO TO 60	INP00700
46		N=NTWALL(K)	INP00710
47		READ(M,200) (TRAD(L,K),ZTRAD(L,K),L=1,N)	INP00720
48	60	IF(NQFLUX(K),EQ,0) GO TO 100	INP00730
49		N=NQFLUX(K)	INP00740
50		READ(M,200) (QFLUX(L,K),TQFLUX(L,K),L=1,N)	INP00750
51		100 CONTINUE	INP00760
52		READ(M,250) TSTART,CSTART,@SPLIT,DUMMY,DUMMY1,DUMMY2,MESHMX,MPL0T	INP00770
	C	ADDITIONAL MATERIAL PROPERTY DATA INPUT	INP00780
53		READ(M,200) DENZIR,DENZRO	INP00790
	C	DIFFUSION CONSTANT COEFFICIENT	INP00800
54		READ(M,200) DCOEFO(1),DCOEFO(2)	INP00810
	1	,DCOEFA(1),DCOEFA(2)	INP00820
	2	,DCOEFB(1),DCOEFB(2)	INP00830
	C		INP00840
	C	DIFCON = DCOEF(1)*EXP(DCOEF(2)/(R*T))	INP00850
	C	R=GAS CONSTANT	INP00860
	C	T=TEMPERATURE	INP00870
	C		INP00880
55		READ(M,600) NEQA	INP00890
56		NNEQ=0	INP00900
57		DO 102 K=1,2	INP00910
58		DO 101 L=1,2	INP00920
59		IF(NEQA(L,K),EQ,0) GO TO 101	INP00930
60		N = NEQA(L,K)	INP00940
61		NNEQ=NNEQ+N	INP00950
62		READ(M,700) (CEQA(I,L,K),TEQA(I,L,K),I=1,N)	INP00960
63	101	CONTINUE	INP00970
64	102	CONTINUE	INP00980
65		READ(M,200) FCCOEF	INP00990
	C		INP01000
66		IF(NUMBER.GT.0 ,AND, MPRINT.LE.0) MPRINT = 1	INP01010
	C		INP01020
67		IF(DENZIR,EQ,ZERO) DENZIR=6.49	INP01030
68		IF(DENZRO,EQ,ZERO) DENZRO=5.82	INP01040
69		IF(DCOEFO(1),NE,ZERO) GO TO 110	INP01050
70		DCOEFO(1) = 0.0711	INP01060
71		DCOEFO(2) = -33600.0	INP01070
72	110	IF(DCOEFA(1),NE,ZERO) GO TO 120	INP01080
73		DCOEFA(1) = 9.2000	INP01090
74		DCOEFA(2) = -50800.0	INP01100
75	120	IF(DCOEFB(1),NE,ZERO) GO TO 130	INP01110
76		DCOEFB(1) = 0.0453	INP01120
77		DCOEFB(2) = -28200.0	INP01130

ISN	ST-NO	SOURCE PROGRAM (INPUT)	SEQUENCE
78	130	CONTINUE	INP01140
79		IF(MESHMX.LE.200) MESHMX=999	INP01150
	C	GEOMETRY DATA CHECK	INP01160
80		MM4H=4H(MM)	INP01170
81		IF(R(1).GT.2.) GO TO 140	INP01175
82		ROOT4H=4H(ROU)	INP01180
83		WRITE(6,9100) ROUT4H,MM4H,R(1)	INP01190
84	140	IF(WALL.GT.0,2) GO TO 150	INP01195
85		WALL4H=4H(WALL)	INP01200
86		WRITE(6,9100) WALL4H,MM4H,WALL	INP01210
87	150	CONTINUE	INP01220
88		D = (OLAYER(1)+OLAYER(2)+ALAYER(1)+ALAYER(2))*1.E-3	INP01230
89		IF(D.LT.WALL) GO TO 160	INP01240
90		WRITE(6,9200) D	INP01250
91	160	CONTINUE	INP01255
92		MMEQ=0	INP01260
93		IF(NNEQ.LE.0) GO TO 180	INP01270
94		N=101	INP01280
	C		INP01290
95		DO 173 K=1,2	INP01300
96		DO 172 L=1,2	INP01310
97		KEQA(L,K)=2	INP01320
98		IF(NEQA(L,K).GT.0) GO TO 172	INP01325
99		NEQA(L,K)=N	INP01330
100		DO 171 I=1,N	INP01340
101		TEQ=690.0 + 10.0*I	INP01350
102		CALL INTFAC(TEQ,CHL(1),CHL(2),K)	INP01360
103		TEQA(I,L,K)=TEQ	INP01370
104		CEQA(I,L,K)=CHL(L)	INP01380
105	171	CONTINUE	INP01390
106	172	CONTINUE	INP01400
107	173	CONTINUE	INP01405
108		MMEQ=MMEQ	INP01410
109	180	CONTINUE	INP01420
110		RETURN	INP01430
111	1001	R(1)=0.	INP01440
112		RETURN	INP01450
113	190	FORMAT(20A4)	INP01460
114	200	FORMAT(8E10,0)	INP01470
115	250	FORMAT(4E10,0,4I10)	INP01480
116	300	FORMAT(6E10,0)	INP01490
117	400	FORMAT(6I10)	INP01500
118	600	FORMAT(4I10)	INP01510
119	700	FORMAT(8F10,0)	INP01520
120	9100	FORMAT(20H *** DATA ERROR *** ,2A4,F10,5)	INP01530
121	9200	FORMAT(43H *** DATA ERROR *** OLAYER*ALAYER.GT.WALL ,F10,5)	INP01540
122		END	

ISN	ST-NO	SOURCE PROGRAM	SEQUENCE
1		SUBROUTINE INITIA	INI00010
1	C	INITIA SETS THE INITIAL CONDITIONS	INI00020
2		COMMON/RESULT/ PLO(25,200),KPL0T,MPL0T	INI00030
3		COMMON/GEOMET/ R(1000),ROXID(2),RALFA(2),WALL,DOXID(2),DALFA(2),DR	INI00090
4		COMMON/TEMP / T(1000),TOXID(2),TALFA(2),TSTART,TSTEAM(2),TWALL(2)	INI00090
5		1 TSURF(2)	INI00090
5		COMMON/TEMPIM/ TCOOL(100,2),ZTCOOL(100,2),TRAD(100,2),ZTRAD(100,2)	INI00070
6		COMMON/HEAT / HVER(100),HCOOL(2),ERADIA(2),HEATFL(2),BFIXED(2),	INI00080
1		1 0SPLIT,HCAP(100),HSTEAM(2),HRADIA(2)	INI00090
2		2 0SURF(2),0CON(2),0RAD(2),0REACT(2)	INI00100
7		COMMON/HEADLN/ NITILE(20)	INI00110
8		COMMON/CONCEN/ C(1000),COXID(2),COXL(2),CALBET(2),CBETA(2)	INI00120
1		1 0XIGFL(2),HDIFF(2),CSTART,GAIN(2)	INI00130
2		2 0CAP(500),0VER(500),0DTMAX(500)	INI00140
3		3 0CA(2),0CAO(2),0CAB(2),0CBA(2)	INI00150
4		4 0CAPOA(2),0CAPAO(2),0CAPAB(2),0CAPBA(2)	INI00160
9		COMMON/Z&EIT / TIME,TMAX,DTTEMP,DTDIFF,DTPRIN,DTMAX(100)	INI00170
1		1 MTEMP,MDIFF,MPRINT	INI00180
10		COMMON/MESH / MGRUSS,MFINE,NOXID(2),MOXI(2)	INI00190
1		1 NLUMB,NSTART,NALFA(2)	INI00200
11		COMMON/MESHTE/ NT(100),NTCOOL(2),NTWALL(2),KTCOOL(2),KTWALL(2),NGES	INI00210
12		COMMON/MESHCO/ NC(500),NBAKER,MGES,MOA(2),MAB(2)	INI00220
1		1 NOA(2),NAO(2),NAB(2),NBA(2),INTOX(2),TNTB	INI00230
2		2 NOA1,NAO1,NAB1,NBA1,NOXID1,NALPA1	INI00240
3		3 NOA2,NAO2,NAB2,NBA2,NOXID2,NALPA2	INI00250
13		COMMON/MATPRO/ DENZIR,DENZRO,OSTOCH,OXICON,DENRAT,FICFAC,OXHEAT	INI00260
14		COMMON/PROFIL/ CO(500),X(500),OLAYER(2),ALAYER(2),BLAYER,DOXID(2),	INI00270
1		1 0ALFA(2),0GAIN(2),0BETA,0TOTAL,0BETAS,STEMP,	INI00280
2		2 M1,M2,M3,M4,M5,NUMBER,NSCALE	INI00290
15		COMMON/HINPUT/ HDIFIN(100,2),TIMDIF(100,2),HCOEFF(100,2),	INI00300
1		1 TCoeff(100,2),HRADCO(100,2),TRADCO(100,2),	INI00310
2		2 0FLUX(100,2),T0FLUX(100,2),TIMSTP(100),DTNEW(100),	INI00320
3		3 KDIFIN(2),NDIFIN(2),K0FLUX(2),N0FLUX(2),	INI00330
4		4 KCOEFF(2),NCOEFF(2),KRADCO(2),NRADCO(2),NSTEP	INI00340
16		COMMON/GEOMEZ/ MESHMX	INI00350
17		OSTOCH=1,315	INI00360
18		DENRAT=OSTOCH/(DENZRO-OSTOCH)	INI00370
19		FICFAC=DENZIR/(DENZRO-OSTOCH)	INI00380
20		OXICON=OSTOCH/FICFAC	INI00390
21		OXHEAT=34330,	INI00400
22		TIME=0,	INI00410
23		KPL0T=0	INI00420
24		IF(DTTEMP.EQ.0.) DTTEMP=DTPRIN	INI00430
25		IF(DTDIFF.EQ.0.) DTDIFF=DTPRIN	INI00440
26		MGRUSS=WALL/.0064	INI00450
27		MFINE=64*MGRUSS	INI00460
28		IF(MFINE.LE.MESHMX) GO TO 5	INI00470
29		MGRUSS=MESHMX/64	INI00480
30		MFINE=64*MGRUSS	INI00490
31		5 CONTINUE	INI00500
32		XFINE=MFINE	INI00510
33		DR=WALL/XFINE	INI00520
34		MGRUSS=MGRUSS+1	INI00530
35		MFINE=MFINE+1	INI00540
36		T(1)=TSTART	INI00550
37		C(1)=CSTART	INI00560
38		DO 10 K=2,MFINE	INI00570

ISN	ST-NO	SOURCE PROGRAM (INITIA)	SEQUENCE
39		R(K)=R(K-1)-DR	INI00580
40		T(K)=TSTART	INI00590
41		C(K)=CSTART	INI00600
42	10	CONTINUE	INI00610
43		KDIFIN(1)=1	INI00620
44		KDIFIN(2)=1	INI00630
45		IF(KNDIFIN(1).GT.0)HDIFF(1)=TIMGUN(KDIFIN(1),HDIFIN,TIMDIF,1,TIME)	INI00640
46		IF(KNDIFIN(2).GT.0)HDIFF(2)=TIMGUN(KDIFIN(2),HDIFIN,TIMDIF,2,TIME)	INI00650
47		DO 20 K=1,2	INI00660
48		KTCOOL(K)=1	INI00670
49		KTWALL(K)=1	INI00680
50		K0FLUX(K)=1	INI00690
51		KCOEFF(K)=1	INI00700
52		KRADCO(K)=1	INI00710
53		DOXID(K)=0,	INI00720
54		DALFA(K)=0,	INI00730
55		TSURF(K)=TSTART	INI00740
56		TOXID(K)=TSTART	INI00750
57		TALFA(K)=TSTART	INI00760
58		IF(OLAYER(K).EQ.0.) OLAYER(K)=1,E=7#FICFAC	INI00770
59		IF(ALAYER(K).EQ.0.) ALAYER(K)=1,E=7	INI00780
60		DOXID(K)=OLAYER(K)/FICFAC	INI00790
61		DALFA(K)=DOXID(K)+ALAYER(K)	INI00800
62		NOXID(K)=DOXID(K)/DR+.5	INI00810
63		NALFA(K)=DALFA(K)/DR+.5	INI00820
64		CALL INTFAC(TOXID(K),COA(K),CAO(K),1)	INI00830
65		CALL INTFAC(TALFA(K),CAB(K),CBA(K),2)	INI00840
66	20	CONTINUE	INI00850
67		RDXID(1)=R(1)-DOXID(1)	INI00860
68		ROXID(2)=R(MFINE)+DOXID(2)	INI00870
69		RALFA(1)=R(1)-DALFA(1)	INI00880
70		RALFA(2)=R(MFINE)+DALFA(2)	INI00890
71		DO 30 K=1,2	INI00900
72		0OXID(K)=0,	INI00910
73		0ALFA(K)=0,	INI00920
74		0GAIN(K)=0,	INI00930
75		0CON(K)=0,	INI00940
76		0RAD(K)=0,	INI00950
77		NOA(K)=0	INI00960
78		NAO(K)=0	INI00970
79		NAB(K)=0	INI00980
80		NBA(K)=0	INI00990
81		MOA(K)=2	INI01000
82		MAB(K)=2	INI01010
83		NBA1=1	INI01020
84		NBA2=MFINE	INI01030
85		M4=0	INI01040
86		M5=0	INI01050
87		0XIGFL(K)=0,	INI01060
88		0GAIN(K)=0,	INI01070
89		HSTEAM(K)=0,	INI01080
90		HRADIA(K)=0,	INI01090
91		IF(NTCOOL(K).GT.0)TSTEAM(K)=TIMGUN(KTCOOL(K),TCOOL,ZTCOOL,K,TIME)	INI01100
92		IF(NTWALL(K).GT.0)TWALL(K)=TIMGUN(KTWALL(K),TRAD,ZTRAD,K,TIME)	INI01110
93		IF(NCOEFF(K).GT.0)HCOOL(K)=TIMGUN(KCOEFF(K),HCOEFF,TCOEFF,K,TIME)	INI01120
94		IF(NRADCO(K).GT.0)ERADIA(K)=TIMGUN(KRADCO(K),HRADCO,TRADCO,K,TIME)	INI01130
95		IF(HCOOL(K).GT.0.) 0CON(K)=HCOOL(K)+TSTEAM(K)=TSTART	INI01140

ISN	ST-NO	SOURCE PROGRAM (INITIA)	SEQUENCE
96		IF(ERADIA(K),GT,0,0)HRAD(K)=ERADIA(K)*5,77E-12*	INI01150
		1((TWALL(K)+273,16)**4-(TSTART+273,16)**4)	INI01160
97		HEATFL(K)=QCON(K)*BRAD(K)	INI01170
98	30	CONTINUE	INI01180
99		IF((HDIFF(1),EQ,0,0),OR,(NBAKER,GT,0))GO TO 40	INI01190
100		C(L)=OXICON	INI01200
101		SLOPE=(C(L)-COA(1))/DOXID(1)	INI01210
102		OXIGFL(1)=SLOPE*DIFCON(T(1),TOXID(1)+C(L),COA(1),1)	INI01220
103		IF((DOXID(1),LT,4,*DR),OR,(DALFA(1)-DOXID(1),LT,6,*DR))GO TO 40	INI01230
104		NH=NOXID(1)	INI01240
105		DO 31 L=2,NH	INI01250
106	31	C(L)=C(L-1)-SLOPE*DR	INI01260
107		NL=NH+2	INI01270
108		SLOPE=(CAO(1)-CAB(1))/(ROXID(1)-RALFA(1))	INI01280
109		C(NL)=CAO(1)-(ROXID(1)-R(NL))*SLOPE	INI01290
110		NH=NALFA(1)	INI01300
111		NL=NL+1	INI01310
112		DO 32 L=NL,NH	INI01320
113	32	C(L)=C(L-1)-SLOPE*DR	INI01330
114	40	IF((HDIFF(2),EQ,0,0),OR,(NBAKER,GT,0))GO TO 50	INI01340
115		C(MFINE)=OXICON	INI01350
116		SLOPE=(C(MFINE)-COA(2))/DOXID(2)	INI01360
117		OXIGFL(2)=SLOPE*DIFCON(T(MFINE),TOXID(2),C(MFINE),COA(2),1)	INI01370
118		IF((DOXID(2),LT,4,*DR),OR,(DALFA(2)-DOXID(2),LT,6,*DR))GO TO 50	INI01380
119		NH=MFINE-1	INI01390
120		NL=MFINE=NOXID(2)	INI01400
121		C(NL)=C(MFINE)-SLOPE*(R(NL)-R(MFINE))	INI01410
122		NL=NL+1	INI01420
123		DO 41 L=NL,NH	INI01430
124	41	C(L)=C(L-1)+SLOPE*DR	INI01440
125		NH=MFINE=NOXID(2)-1	INI01450
126		NL=MFINE=NALFA(2)	INI01460
127		SLOPE=(CAO(2)-CAB(2))/(RALFA(2)-ROXID(2))	INI01470
128		C(NH)=CAO(2)-(R(NH)-ROXID(2))*SLOPE	INI01480
129		C(NL)=CAO(2)-(R(NL)-ROXID(2))*SLOPE	INI01490
130		NH=NH-1	INI01500
131		NL=NL+1	INI01510
132		DO 42 L=NL,NH	INI01520
133	42	C(L)=C(L-1)+DR*SLOPE	INI01530
134	50	CALL MATMAP	INI01540
135		IF(NBAKER,GT,0)CALL RATMOD	INI01550
136		RETURN	INI01560
137		END	INI01570

ISN	ST-NO	SOURCE PROGRAM	SEQUENCE
1		SUBROUTINE DSTART	DST00010
	C	DSTART PERFORMS THE CONCENTRATION CALCULATION IF OXIDE OR ALPHA	DST00020
	C	LAYER ARE THIN	DST00030
2		COMMON/GEOM/T R(1000),ROXID(2),HALFA(2),WALL,DOXID(2),DALFA(2),DRSDT00040	
3		COMMON/TEMP/ T(1000),TOXID(2),TALFA(2),TSTART,TSTEAM(2),TWALL(2)DST00050	
		1,TSURF(2)	DST00060
4		COMMON/TEMPIM/ TCool(100,2),ZTCool(100,2),TRAD(100,2),ZTRAD(100,2)DST00070	
5		COMMON/HEAT/ HVER(100),HCOOL(2),ERADIA(2),HEATFL(2),HFIXED(2),DST00080	
		1,HSPLIT,HCAP(100),HSTEAM(2),HRADIA(2)	DST00090
		2,OSURF(2),QCON(2),QRAD(2),QREACT(2)	DST00100
6		COMMON/HEADLN/ NTITLE(20)	DST00110
7		COMMON/CONCEN/ C(1000),COXID(2),COXAL(2),CALBET(2),CBETA(2),	DST00120
		1,OXIGFL(2),HDIFF(2),CSTART,GAIN(2)	DST00130
		2,OCAP(500),OVER(500),ODTMAX(500)	DST00140
		3,COA(2),CAO(2),CAB(2),CBA(2)	DST00150
		4,OCAPDA(2),OCAPAB(2),OCAPAB(2),DCAPBA(2)	DST00160
8		COMMON/ZEIT/ TIME,TMAX,DTTEMP,DTDIFF,DTPRIN,DTMAX(100)	DST00170
		1,MTEMP,HDIFF,MPRINT	DST00180
9		COMMON/MESH/ MGRASS,MFINE,NOXID(2),MOXI(2)	DST00190
		1,NLUMB,NSTART,NALFA(2)	DST00200
10		COMMON/MESHTE/NT(100),NTCOOL(2),NTWALL(2),KTCOOL(2),KTWALL(2),NGESDST00210	
11		COMMON/MESHCO/NCS(500),NBAKER,MGES,MDA(2),MAB(2)	DST00220
		1,NOA(2),NAO(2),NAB(2),NBA(2),INTOXI(2),INTB	DST00230
		2,NOA1,NAO1,NAB1,NBA1,NOXID1,NALFA1	DST00240
		3,NOA2,NAO2,NAB2,NBA2,NOXID2,NALFA2	DST00250
12		COMMON/MATPRO/ DENZ(R,DENZRO,OSTOCH,OXICON,DENRAT,FICFAC,OXHEAT	DST00260
13		COMMON/PROFIL/ CO(500),X(500),OLAYER(2),ALAYER(2),BLAYER,DOXID(2)	DST00270
		1,ALFA(2),OGAIN(2),OBETA,OTOTAL,OBETAS,STEMP,	DST00280
		2,M1,M2,M3,M4,M5,NUMBER,NSCALE	DST00290
14		COMMON/HINPUT/ HDIFIN(100,2),TINDIF(100,2),HCOEFF(100,2),	DST00300
		1,TCOEFF(100,2),HRADCO(100,2),TRADCO(100,2),	DST00310
		2,QFLUXI(100,2),TQFLUX(100,2),TIMSTP(100),DTNEW(100)	DST00320
		3,KDIFIN(2),NDIFIN(2),KQFLUX(2),NQFLUX(2),	DST00330
		4,KCOEFF(2),NCOEFF(2),KRADCO(2),NRADCO(2),NSTEP	DST00340
15		DIMENSION CN(1000),STROA(2),STORA(2)	DST00350
		1,DALOLD(2),ALFAFL(2),BETAFL(2),COXOLD(2),CALOLD(2),CBEOLD(2)	DST00360
16		IF(NSTART,NE,2)GO TO 5500	DST00370
17		1 MGES = MGRASS	DST00380
18		DO 21 K=1,2	DST00390
19		IF(HDIFF(K),EQ,0,0)GO TO 21	DST00400
20		OSURF = C(L)	DST00410
21		IF(K,EQ,2)OSURF=C(MFINE)	DST00420
22		CBET = C(NF1)	DST00430
23		IF(K,EQ,2)CBET=C(NF2)	DST00440
24		COXOLD(K)=0,5*(OSURF+COA(K))	DST00450
25		CBEOLD(K)=0,5*(CBET+CBA(K))	DST00460
26		CALOLD(K)=0,5*(COA(K)+CAB(K))	DST00470
27		DALOLD(K)=DALFA(K)-DOXID(K)	DST00480
28		CALL INTFACTOXID(K),COA(K),CAO(K),1)	DST00490
29		CALL INTFACTOXID(K),CAB(K),CBA(K),2)	DST00500
30		IF(COXOLD(K),LT,COA(K))COXOLD(K)=0,5*(COA(K)+OXICON)	DST00510
31		IF(CALOLD(K),LT,CAB(K))CALOLD(K)=0,5*(CAB(K)+CAO(K))	DST00520
32		IF(K,EQ,2)GO TO 2	DST00530
33		T1 = T(1)	DST00540
34		C(L) = OXICON	DST00550
35		GO TO 3	DST00560
36		2 T1 = T(MFINE)	DST00570

ISN	ST-NO	SOURCE PROGRAM (DSTART)	SEQUENCE
37		C(MFINE) = OXICON	DST00580
38	3	DIFOXI = DIFCON(T1,TOXID(K),OXICDN,COA(K),1)	DST00590
39		OXIGFL(K)=(OXICON-COA(K))/DOXID(K)*DIFOXI	DST00600
40		IF(OXIGFL(K).LE.HDIFF(K)) GO TO 11	DST00610
41		OXIGFL(K) = HDIFF(K)	DST00620
42		IF(K.EQ.1) C(1)=COA(1)+OXIGFL(1)*DOXID(1)/DIFOXI	DST00630
43		IF(K.EQ.2) C(MFINE)=COA(2)+OXIGFL(2)*DOXID(2)/DIFOXI	DST00640
44	11	ALFAFL(K)=DIFCON(TOXID(K),TOXID(K),CAO(K),CAB(K),2)	DST00650
45		1 *CAO(K)-CAB(K))/(DALFA(K)-DOXID(K))	DST00660
46		BETAFL(K)=0.	DST00670
47		DELRAD=2.*DR	DST00680
48		DIFBET=DIFCON(TOXID(K),TOXID(K),CBA(K),CSTART,3)	DST00690
49		IF(HDIFF(1)*HDIFF(2),EQ.0.) GO TO 5	DST00700
50		IF(K.EQ.2) GO TO 12	DST00710
51		N1=DALFA(1)/DR	DST00720
52		NU=(N1+1)/2*2+7	DST00730
53		NF1=NU-4	DST00740
54		N2=DALFA(2)/DR	DST00750
55		NO=MFINE-(N2+1)/2*2-6	DST00760
56		NF2=NO+4	DST00770
57		GO TO 9	DST00780
58	5	IF(HDIFF(1),EQ.0.) GO TO 7	DST00790
59		N1=DALFA(1)/DR	DST00800
60		NU=(N1+1)/2*2+7	DST00810
61		NF1=NU-4	DST00820
62		NO=MFINE-2	DST00830
63		NF2=MFINE	DST00840
64		GO TO 9	DST00850
65	7	N2=DALFA(2)/DR	DST00860
66		NO=MFINE-(N2+1)/2*2-6	DST00870
67		NF2=NO+4	DST00880
68		NU=3	DST00890
69		NF1=1	DST00900
70	9	IF(NU.GT.NO) GO TO 6000	DST00910
71		IF(K.EQ.2) GO TO 12	DST00920
72		RDIF1=RALFA(1)+R(NF1)	DST00930
73		DTM=RDIF1*DELRAD*(DR+RDIF1)/(RDIF1+DELRAD)*DIFBET	DST00940
74		DTM1=DTM	DST00950
75		DIFB1=DIFBET	DST00960
76		IF(HDIFF(2)) 15,15,405	DST00970
77	12	RDIF2=R(NF2)+RALFA(2)	DST00980
78		DTM=RDIF2*DELRAD*(DR+RDIF2)/(RDIF2+DELRAD)*DIFBET	DST00990
79		IF(HDIFF(1),EQ.0.) GO TO 15	DST01000
80		IF(DIFBET.LT.DIFB1) DIFBET=DIFB1	DST01010
81		IF(DTM.GT.DTM1) DTM=DTM1	DST01020
82	15	DTM=0.5*DELRAD**2/DIFBET	DST01030
83		IF(DTM.LT.DTM) DTM=DTM	DST01040
84		DTM=0.9*DTM	DST01050
85		NMAX=DTM/DIFF/DTM+1.	DST01060
86		XMAX=NMAX	DST01070
87		DTM=DTM/XMAX	DST01080
88		FACTOR=DTM*DIFBET/DELRAD**2	DST01090
89	405	IF((DALFA(K)-DOXID(K)).GT.1.00001E-7).AND.(DOXID(K).GT.1.E-7))	DST01100
90		1GO TO 430	DST01110
		IF((DOXID(K).LE.1.E-7).AND.(ALFAFL(K).GT.OXIGFL(K)))	DST01120
		1ALFAFL(K)=OXIGFL(K)	DST01130
		IF((DALFA(K)-DOXID(K)).GT.1.00001E-7) GO TO 430	DST01140

ISN	ST-NO	SOURCE PROGRAM (DSTART)	SEQUENCE
91		IF(K-1) 410,410,420	DST01150
92	410	CBAM1 =ALFAFL(1)*RDIF1/DIFBET+C(NF1)	DST01160
93		IF(CBAM1.GT.CBA(1)) GO TO 415	DST01170
94		CBA(1)=CBAM1	DST01180
95		BFL1=ALFAFL(1)	DST01190
96	415	CBEOLD(1)=CBEOLD(1)+CBA(1)-CALOLD(1)	DST01200
97		CAB(1)=CBA(1)	DST01210
98		CAO(1)=CAB(1)	DST01220
99		CALOLD(1)=CAO(1)	DST01230
100		GO TO 430	DST01240
101	420	CBAM2 =ALFAFL(2)*RDIF2/DIFBET+C(NF2)	DST01250
102		IF(CBAM2.GT.CBA(2)) GO TO 425	DST01260
103		CBA(2)=CBAM2	DST01270
104		BFL2=ALFAFL(2)	DST01280
105	425	CBEOLD(2)=CBEOLD(2)+CBA(2)-CALOLD(2)	DST01290
106		CAB(2)=CBA(2)	DST01300
107		CAO(2)=CAB(2)	DST01310
108		CALOLD(2)=CAO(2)	DST01320
109	430	IF(DOXID(K).GT.1.E-7) GO TO 490	DST01330
110		IF(K-1) 440,440,450	DST01340
111	440	COA(1)=CAO(1)*FICFAC	DST01350
112		C(1)=COA(1)	DST01360
113		COXOLD(1)=COA(1)	DST01370
114		GO TO 490	DST01380
115	450	COA(2)=CAO(2)*FICFAC	DST01390
116		C(MFINE)=COA(2)	DST01400
117		COXOLD(2)=COA(2)	DST01410
118	490	IF((K.EQ.1).AND.(HDIFF(2).GT.0.)) GO TO 21	DST01420
119		NL=NU-2	DST01430
120		NH=ND+2	DST01440
121		DO 20 N=1,NMAX	DST01450
122		DO 16 L=NU,ND+2	DST01460
123		CN(L)=C(L)+FACTOR*(C(L+2)+C(L-2)-2.*C(L))	DST01470
124		IF(HDIFF(1),EQ.0.) GO TO 17	DST01480
125		IF(CBA(1).NE.CBAM1)	DST01490
126		1BFL1=DIFBET*(CBA(1)-C(NF1))/RDIF1	DST01500
127		BETAFL(1)=BETAFL(1)+BFL1	DST01510
128		CN(NF1)= C(NF1)+(BFL1+DIFBET*(C(NL)-C(NF1))/DELRAD)*DTM	DST01520
129		1 / (0.5*RDIF1+0.75*DR)	DST01530
130		CN(NL)=C(NL)+C(NL+2)+C(NL-2)-2.*C(NL)*DTM*DIFBET	DST01540
131		1 / (1.125*DELRAD**2)	DST01550
132		IF(HDIFF(2),EQ.0.) CN(MFINE)= C(MFINE)+2.*FACTOR*	DST01560
133		1(C(MFINE-2)-C(MFINE))	DST01570
134		IF(K.EQ.1) GO TO 18	DST01580
135	17	IF(CBA(2).NE.CBAM2)	DST01590
136		1BFL2=DIFBET*(CBA(2)-C(NF2))/RDIF2	DST01600
137		BETAFL(2)=BETAFL(2)+BFL2	DST01610
138		CN(NF2)= C(NF2)+(BFL2+DIFBET*(C(NH)-C(NF2))/DELRAD)*DTM	DST01620
139		1 / (0.5*RDIF2+0.75*DR)	DST01630
140		CN(NH)=C(NH)+C(NH+2)+C(NH-2)-2.*C(NH)*DTM*DIFBET	DST01640
		1 / (1.125*DELRAD**2)	DST01650
		IF(HDIFF(1),EQ.0.) CN(1)= C(1)+2.*FACTOR*(C(3)-C(1))	DST01660
		DO 19 L=NF1,NF2	DST01670
		C(L)=CN(L)	DST01680
		CONTINUE	DST01690
		IF(HDIFF(1),GT.0.) BETAFL(1)=BETAFL(1)/XMAX	DST01700
		IF(HDIFF(2),GT.0.) BETAFL(2)=BETAFL(2)/XMAX	DST01710

ISN	ST-NO	SOURCE PROGRAM (DSTART)	SEQUENCE
141	21	CONTINUE	DST0172D
142		DO 35 K=1,2	DST01730
143		IF (HDIFF(K),EQ,0.) GO TO 35	DST01740
144		DSTORO = (OXIGL(K)-ALFAFL(K))*DTDIFF	DST01750
145		OSURF=C(1)	DST01760
146		IF (K,EQ,2) OSURF=C(MFINE)	DST01770
147		CMEAN=0.5*(OSURF+COA(K))	DST01780
148		DOXID(K)=DOXID(K)+(DSTORO+DOXID(K))*(COXOLD(K)-CMEAN)	DST01790
		/(CMEAN-CALOLD(K))	DST01800
149		IF (DOXID(K),LT,1.0001E-7) DOXID(K)=1.E-7	DST01810
150		NOXYD=DOXID(K)/DR	DST01820
151		NOXID(K)=DOXID(K)/DR*.5	DST01830
152		DSTORA = (ALFAFL(K)-BETAFL(K))*DTDIFF	DST01840
153		CMEAN=0.5*(CAO(K)+CAB(K))	DST01850
154		DALFA(K)=DALFA(K)+(DSTORA+DALOLD(K))*(CALOLD(K)-CMEAN)	DST01860
		/(CMEAN-CBEOLD(K))	DST01870
155		IF (DALFA(K),LT,(DOXID(K)+1.0001E-7)) DALFA(K)=DOXID(K)+1.E-7	DST01880
156		NALPH=DALFA(K)/DR	DST01890
157		NALFA(K)=DALFA(K)/DR+.5	DST01900
158		IF (K,EQ,2) GO TO 25	DST01910
159		ROXID(1)=R(1)-DOXID(1)	DST01920
160		RALFA(1)=R(1)-DALFA(1)	DST01930
161		MGES=MGES+1	DST01940
162		MOA(1)=2	DST01950
163		NC(2)=NOXID(1)+1	DST01960
164		MAB(1)=3	DST01970
165		NC(3)=NALFA(1)+1	DST01980
166		IF ((DOXID(1),LT,4.,*DR).OR.(DALFA(1)-DOXID(1),LT,6.*DR)) GO TO 30	DST01990
167		NL=2	DST02000
168		NH=NOXYD+1	DST02010
169		CDIFF=(C(1)-COA(1))/DOXID(1)*DR	DST02020
170		DO 22 L=NL,NH	DST02030
171		22 C(L)=C(L-1)+CDIFF	DST02040
172		NL=NH+1	DST02050
173		SLOPE=(CAO(1)-CAB(1))/(DALFA(1)-DOXID(1))	DST02060
174		24 C(NL)=CAO(1)-SLOPE*(ROXID(1)-R(NL))	DST02070
175		NL=NL+1	DST02080
176		IF (NL,LE,NALPH+1) GO TO 24	DST02090
177		GO TO 30	DST02100
178		25 ROXID(2)=R(MFINE)+DOXID(2)	DST02110
179		RALFA(2)=R(MFINE)+DALFA(2)	DST02120
180		MGES=MGES+1	DST02130
181		MOA(2)=MGES-1	DST02140
182		NC(MOA(2))=MFINE-NOXID(2)	DST02150
183		MAB(2)=MGES-2	DST02160
184		NC(MAB(2))=MFINE-NALFA(2)	DST02170
185		IF ((DOXID(2),LT,4.*DR).OR.(DALFA(2)-DOXID(2),LT,6.*DR)) GO TO 30	DST02180
186		NL=MFINE-NOXYD	DST02190
187		NH=MFINE-1	DST02200
188		SLOPE=(C(MFINE)-COA(2))/DOXID(2)	DST02210
189		C(NL)=C(MFINE)-SLOPE*(R(NL)-R(MFINE))	DST02220
190		CDIFF=SLOPE*DR	DST02230
191		NL=NL+1	DST02240
192		DO 26 L=NL,NH	DST02250
193		26 C(L)=C(L-1)+CDIFF	DST02260
194		NH=NL-2	DST02270
195		NL=MFINE-NALPH	DST02280

ISN	ST-NO	SOURCE PROGRAM (DSTART)	SEQUENCE
196		SLOPE=(CAO(2)-CAB(2))/(DALFA(2)-DOXID(2))	DST02290
197		C(NH)=CAO(2)-(R(NH)-ROXID(2))*SLOPE	DST02300
198		C(NL)=CAO(2)-(R(NL)-ROXID(2))*SLOPE	DST02310
199		NH=NH-1	DST02320
200		NL=NL+1	DST02330
201		CDIFF=SLOPE*DR	DST02340
202		DO 27 L=NL,NH	DST02350
203		27 C(L)=C(L-1)+CDIFF	DST02360
204		30 GAIN(K)=GAIN(K)+OXIGL(K)*DTDIFF	DST02370
205		35 CONTINUE	DST02380
206		NC(MGES)=MFINE	DST02390
207		MAX=MGES-12	DST02400
208		IF (HDIFF(1),GT,0.) GO TO 37	DST02410
209		DO 36 M=2,MAX	DST02420
210		NC(M)=NC(M-1)+64	DST02430
211		IF (NC(M),GT,NF2-18) NC(M)=NC(M-1)	DST02440
212		IF (NLUMB,GT,0) T(NC(M))=T(1)	DST02450
213		36 CONTINUE	DST02460
214		GO TO 45	DST02470
215		37 NALPH=DALFA(1)/DR	DST02480
216		NFN=(NALPH+1)/2*2+3	DST02490
217		IF (NFN-NF1) 237,337,137	DST02500
218		137 NL=NF1+2	DST02510
219		SLOPE=(C(NF1)-C(NL))/(R(NF1)-R(NL))	DST02520
220		C(NFN)=C(NF1)-(R(NF1)-R(NFN))*SLOPE	DST02530
221		NF1=NFN	DST02540
222		GO TO 337	DST02550
223		237 SLOPE=(CBA(1)-C(NF1))/(RALFA(1)-R(NF1))	DST02560
224		C(NFN)=C(NF1)+(R(NFN)-R(NF1))*SLOPE	DST02570
225		NF1=NFN	DST02580
226		337 NC(4)=NF1	DST02590
227		DO 38 M=5,12	DST02600
228		NC(M)=NC(M-1)+2	DST02610
229		IF (NC(M),GT,NF2) NC(M)=NF2	DST02620
230		38 CONTINUE	DST02630
231		NC(13)=NC(12)+63/64+64+1	DST02640
232		IF (HDIFF(2)) 138,138+139	DST02650
233		138 MAX=MGES	DST02660
234		NFO=MFINE	DST02670
235		GO TO 140	DST02680
236		139 NFO=NF2-18	DST02690
237		140 DO 39 M=14,MAX	DST02700
238		NC(M)=NC(M-1)+64	DST02710
239		IF (NC(M),GT,NFO) NC(M)=NC(M-1)	DST02720
240		39 CONTINUE	DST02730
241		IF (NLUMB) 42,42,40	DST02740
242		40 DO 41 M=2,MAX	DST02750
243		41 T(NC(M))=T(1)	DST02760
244		TALFA(1)=T(1)	DST02770
245		GO TO 44	DST02780
246		42 SLOPE=(TOXID(1)-T(65))/(ROXID(1)-R(65))	DST02790
247		TALFA(1)=TOXID(1)-SLOPE*(ROXID(1)-RALFA(1))	DST02800
248		DO 43 M=4,12	DST02810
249		43 T(NC(M))=TOXID(1)-SLOPE*(ROXID(1)-R(NC(M)))	DST02820
250		44 IF (HDIFF(2),EQ,0.) GO TO 5000	DST02830
251		45 NALPH=DALFA(2)/DR	DST02840
252		NFN=MFINE-NALPH+1/2*2-2	DST02850

ISN	ST=NO	SOURCE PROGRAM (DSTART)	SEQUENCE
253		IF(NF2-NFN) 245,345,145	DST02860
254	145	NH=NF2-2	DST02870
255		SLOPE=(C(NF2)-C(NH))/(R(NH)-R(NF2))	DST02880
256		C(NFN)=C(NF2)-(R(NFN)-R(NF2))*SLOPE	DST02890
257		NF2=NFN	DST02900
258		GO TO 345	DST02910
259	245	SLOPE=(CBA(2)-C(NF2))/(R(NF2)-RALFA(2))	DST02920
260		C(NFN)=C(NF2)+(R(NF2)-R(NFN))*SLOPE	DST02930
261		NF2=NFN	DST02940
262	345	NC(MGES-3)=NF2	DST02950
263		NC(MGES-11)=NC(MGES-3)-16	DST02960
264		ML=MGES-10	DST02970
265		MH=MGES-4	DST02980
266		DO 47 M=ML,MH	DST02990
267		NC(M)=NC(M-1)+2	DST03000
268		IF(NC(M-1).LT.NF1) NC(M-1)=NF1	DST03010
269	47	CONTINUE	DST03020
270		IF(NC(MGES-11).LE.MFINE-64) NC(MGES-12)=NC(MGES-11)-2	DST03030
271		ML=MGES-11	DST03040
272		MH=MGES-3	DST03050
273		IF(NLUMB) 53,53,51	DST03060
274	51	DO 52 M=ML,MH	DST03070
275	52	T(NC(M))=T(1)	DST03080
276		TALFA(2)=T(1)	DST03090
277		GO TO 5000	DST03100
278	53	NP=MFINE-64	DST03110
279		SLOPE=(T(NP)-TOXID(2))/(R(NP)-ROXID(2))	DST03120
280		DO 49 M=ML,MH	DST03130
281	49	T(NC(M))=T(NP)-SLOPE*(R(NP)-R(NC(M)))	DST03140
282		TALFA(2)=T(NP)-SLOPE*(R(NP)-RALFA(2))	DST03150
283	5000	RETURN	DST03160
284	5500	IF(TIME.EQ.0.) GO TO 6000	DST03170
285		NLG=1	DST03180
286		NHG=MGES	DST03190
287		IF(HDIFF(1).GT.0.) NLG=MAB(1)+10	DST03200
288		IF(HDIFF(2).GT.0.) NHG=MAB(2)-10	DST03210
289	5600	NL=NC(NLG+1)	DST03220
290		NH=NC(NLG+1)	DST03230
291		CDIFF=2.*DR*(C(NL)-C(NH))/(R(NL)-R(NH))	DST03240
292		NL=NL+2	DST03250
293		NH=NH+2	DST03260
294		IF(NL.GT.NH) GO TO 5800	DST03270
295		DO 5700 K=NL,NH,2	DST03280
296	5700	C(K)=C(K-2)+CDIFF	DST03290
297	5800	NLG=NLG+1	DST03300
298		IF(NLG.LT.NHG) GO TO 5600	DST03310
299		NOXID(1)=DOXID(1)/DR	DST03320
300		NOXID(2)=DOXID(2)/DR	DST03330
301		NALFA(1)=DALFA(1)/DR	DST03340
302		NALFA(2)=DALFA(2)/DR	DST03350
303	6000	MGES=MGROSS	DST03360
304		MLG=2	DST03370
305		NC(1)=1	DST03380
306		DO 6100 L=1,MFINE+2	DST03390
307	6100	CN(L)=C(L)	DST03400
308		IF(HDIFF(1).EQ.0.) GO TO 6500	DST03410
309		MGES=MGES+11	DST03420

ISN	ST=NO	SOURCE PROGRAM (DSTART)	SEQUENCE
310		MOA(1)=2	DST03430
311		MAB(1)=3	DST03440
312		NC(2)=1+NOXID(1)	DST03450
313		NC(3)=1+NALFA(1)	DST03460
314		NALPH=DALFA(1)/DR	DST03470
315		NC(4)=(NALPH+1)/2*2+3	DST03480
316		NF1=NC(4)	DST03490
317		NC(13)=65	DST03500
318		DO 6400 M=5,12	DST03510
319	6400	NC(M)=NC(M-1)+2	DST03520
320		MLG=14	DST03530
321		MHG=MGES	DST03540
322	6500	IF(HDIFF(2).EQ.0.) GO TO 7150	DST03550
323		MGES=MGES+11	DST03560
324		MOA(2)=MGES-1	DST03570
325		MAB(2)=MGES-2	DST03580
326		NC(MGES)=MFINE	DST03590
327		NC(MOA(2))=MFINE-NOXID(2)	DST03600
328		NC(MAB(2))=MFINE-NALFA(2)	DST03610
329		NALPH=DALFA(2)/DR	DST03620
330		NC(MGES-3)=MFINE-(NALPH+1)/2*2-2	DST03630
331		NF1=1	DST03640
332		NF2=NC(MGES-3)	DST03650
333		ML=MGES-10	DST03660
334		NC(ML-1)=NC(MGES-3)-16	DST03670
335		MH=MGES-4	DST03680
336		MHG=MGES-12	DST03690
337	7000	DO 7100 M=ML,MH	DST03700
338	7100	NC(M)=NC(M-1)+2	DST03710
339	7150	DO 7200 M=MLG,MHG	DST03720
340	7200	NC(M)=NC(M-1)+64	DST03730
341		IF(NSTART.NE.2) GO TO 1	DST03740
342		CALL OUTPUT	DST03750
343		TIME=TMAX	DST03760
344		RETURN	DST03770
345		END	DST03780

ISN	ST-NO	SOURCE PROGRAM	SEQUENCE
1		SUBROUTINE TLUMB	TLU00010
	C	TLUMB IS USED IF NLUMB=1 (UNIFORM TEMPERATURE) OR	TLU00020
	C	NLUMB=2 (TEMPERATURE IS INPUT)	TLU00030
2		COMMON/GEOMET / R(1000),ROXID(2),RALFA(2),WALL,DOXID(2),DALFA(2),DRTLU00040	
3		COMMON/TEMP / T(1000),TOXID(2),TALFA(2),TSTART,TSTEAM(2),TWALL(2)TLU00050	
4		1,TSURF(2)	TLU00060
5		COMMON/TEMPIM/ TCOOL(100,2),ZTCOOL(100,2),TRAD(100,2),ZTRAD(100,2)TLU00070	
		COMMON/HEAT / HVER(100),HCOOL(2),ERADIA(2),HEATFL(2),@FIXED(2),	TLU00080
		1 @SPLIT,HCAP(100),HSTEAM(2),HRADIA(2)	TLU00090
		2 @SURF(2),@CON(2),@RAD(2),@REACT(2)	TLU00100
6		COMMON/HEADLN/ NTITLE(20)	TLU00110
7		COMMON/CONCEN/ C(1000),COXID(2),COXAL(2),CALBET(2),CBETA(2),	TLU00120
		1 OXIGFL(2),HDIFF(2),CSTART,GAIN(2)	TLU00130
		2 OCAP(500),OVER(500),ODTMAX(500)	TLU00140
		3 COA(2),CAO(2),CAB(2),CBA(2)	TLU00150
		4 OCAPOA(2),OCAPAO(2),OCAPAB(2),OCAPBA(2)	TLU00160
8		COMMON/ZEIT / TIME,TMAX,DTTEMP,DTDIFF,DTPRIN,DTMAX(100)	TLU00170
		1 MTEMP,MDIFF,MPRINT	TLU00190
9		COMMON/MESH / MGRASS,MFINE,NOXID(2),MOXI(2)	TLU00200
		1 NLUMB,NSTART,NALFA(2)	TLU00210
10		COMMON/MESHTE/NT(100),NTCOOL(2),NTWALL(2),KTCOOL(2),KTWALL(2),NGESTLU00220	
11		COMMON/MESHCO/NC(500),NBAKER,MGES,MOA(2),MAB(2)	TLU00230
		1 NOA(2),NAO(2),NAB(2),NBA(2),INTOXI(2),INTB	TLU00240
		2 NOA1,NAO1,NAB1,NBA1,NOXID1,NALFA1	TLU00250
		3 NOA2,NAO2,NAB2,NBA2,NOXID2,NALFA2	TLU00260
12		COMMON/MATPRO/ DENZIR,DENZRO,OSTOCH,OXICON,DENRAT,FICFAC,OXHEAT	TLU00270
13		COMMON/PROFIL/ CO(500),X(500),OLAYER(2),ALAYER(2),BLAYER,OOXID(2),	TLU00280
		1 OALFA(2),OGAIN(2),OBETA,OTOTAL,OBETAS,STEMP,	TLU00290
		2 M1,M2,M3,M4,M5,NUMBER,NSCALE	TLU00300
14		COMMON/HINPUT/ HDIFIN(100,2),TIMDIF(100,2),HCOEFF(100,2),	TLU00310
		1 TCoeff(100,2),HRADCO(100,2),TRADCO(100,2),	TLU00320
		2 @FLUXI(100,2),T@FLUX(100,2),TIMSTP(100),DTNEW(100)	TLU00330
		3 KDIFFIN(2),NDIFFIN(2),K@FLUX(2),N@FLUX(2),	TLU00340
		4 KCoeff(2),NCOEFF(2),KRADCO(2),NRADCO(2),NSTEP	TLU00350
15		IF(NLUMB,EQ,1) GO TO 1	TLU00360
16		T(1)=TSTEAM(1)	TLU00370
17		IF(TSTEAM(1),EQ,0.) T(1)=TSTEAM(2)	TLU00380
18		GO TO 2000	TLU00390
19		1 @REACT(1)=0.	TLU00400
20		IF(@FIXED(1),GT,0.) @REACT(1)=@FIXED(1)*R(1)	TLU00410
21		IF(@FIXED(2),GT,0.) @REACT(1)=@FIXED(2)*R(MFINE)+@REACT(1)	TLU00420
22		IF((HDIFF(1)*HDIFF(2)),EQ,0.) GO TO 11	TLU00430
23		HCAP(1)=.5*(R(1)**2-ROXID(1)**2+ROXID(2)**2-R(MFINE)**2)*	TLU00440
		1 SPEC(T(1),1)+(ROXID(1)**2-ROXID(2)**2)*SPEC(T(1),2)	TLU00450
24		@REACT(1)=@REACT(1)+(OXHEAT-@SPLIT)*OXIGFL(1)*R(1)+	TLU00460
		1 OXIGFL(2)*R(MFINE)	TLU00470
25		GO TO 13	TLU00480
26		11 IF(HDIFF(1),EQ,0) GO TO 12	TLU00490
27		HCAP(1)=.5*(R(1)**2-ROXID(1)**2)*SPEC(T(1),1)+	TLU00500
		1 (ROXID(1)**2-R(MFINE)**2)*SPEC(T(1),2)	TLU00510
28		@REACT(1)=@REACT(1)+(OXHEAT-@SPLIT)*OXIGFL(1)*R(1)	TLU00520
29		GO TO 13	TLU00530
30		12 HCAP(1)=.5*(R(1)**2-ROXID(2)**2)*SPEC(T(1),2)+	TLU00540
		1 (ROXID(2)**2-R(MFINE)**2)*SPEC(T(1),1)	TLU00550
31		@REACT(1)=@REACT(1)+(OXHEAT-@SPLIT)*OXIGFL(2)*R(MFINE)	TLU00560
32		13 DTM=HCAP(1)/(HVER(1)+HVER(2))	TLU00570
33		DTMAX(1)=DTM	

ISN	ST-NO	SOURCE PROGRAM (TLUMB)	SEQUENCE
34		NMAX=DTTEMP/DTM+1.	TLU00580
35		IF(DTM,GE,DTTEMP) NMAX=1	TLU00590
36		XMAX=NMAX	TLU00600
37		DTM=DTTEMP/XMAX	TLU00610
38		IF(NSTART,EQ,0) GO TO 2000	TLU00620
39		DELTA=@REACT(1)+HEATFL(1)*R(1)+HEATFL(2)*R(MFINE)	TLU00630
40		DO 14 M=1,NMAX	TLU00640
41		14 T(1)=T(1)-DELTA/@DTM/HCAP(1)	TLU00650
42		DO 15 I=1,2	TLU00660
43		@CON(I)=0.	TLU00670
44		@RAD(I)=0.	TLU00680
45		IF(HCOOL(I),GT,0.) @CON(I)=HCOOL(I)*TSTEAM(I)-T(1)	TLU00690
46		IF(ERADIA(I),GT,0.)	TLU00700
		1 @RAD(I)=ERADIA(I)*.77E-12*(TWALL(I)+273.16)**4-(T(1)+273.16)**4	TLU00710
47		HEATFL(I)=@CON(I)+@RAD(I)	TLU00720
48		15 CONTINUE	TLU00730
49		2000 T(MFINE)=T(1)	TLU00740
50		TSURF(1)=T(1)	TLU00750
51		TSURF(2)=T(1)	TLU00760
52		TOXID(1)=T(1)	TLU00770
53		TOXID(2)=T(1)	TLU00780
54		RETURN	TLU00790
55		END	TLU00800

ISN	ST-NO	SOURCE PROGRAM	SEQUENCE
1		SUBROUTINE RATMOD	RAT00010
	C	RATMOD IS USED FOR NBAKER % 0 AND CALCULATES THICKNES OF OXIDE	RAT00020
	C	LAYER WITH ONE OF THE RATE EQUATIONS	RAT00030
2		REAL LEMMON	RAT00040
3		COMMON/GEOMET/ R(1000),ROXID(2),RALFA(2),WALL,DOXID(2),DALFA(2),DRRAT00050	
4		COMMON/TEMP / T(1000),TOXID(2),TALFA(2),TSTART,TSTEAM(2),TWALL(2),RAT00060	
		1,TSURF(2)	RAT00070
5		COMMON/TEMPTM/ TCOOL(100,2),ZTCOOL(100,2),TRAD(100,2),ZTRAD(100,2),RAT00080	
6		COMMON/HEAT / HVER(100),HCOOL(2),ERADIA(2),HEATFL(2),WFIXED(2), RAT00090	
		1 @SPLIT,HCAP(100),HSTEAM(2),HRADIA(2)	RAT00100
		2 @SURF(2),@CON(2),@RAD(2),@REACT(2)	RAT00110
7		COMMON/HEADLN/ NTITLE(20)	RAT00120
8		COMMON/CONCEN/ C(1000),COXID(2),COXAL(2),CALBET(2),CBETA(2), RAT00130	
		1 OXIGFL(2),HDIFF(2),CSTART,GAIN(2)	RAT00140
		2 OCAP(500),OVER(500),ODTMAX(500)	RAT00150
		3 COA(2),CAO(2),CAB(2),CBA(2)	RAT00160
		4 OCAPA(2),OCAPAO(2),OCAPAB(2),OCAPBA(2)	RAT00170
9		COMMON/LEIT / TIME,TMAX,DTTEMP,DTDIFF,DTPRIN,DTMAX(100)	RAT00180
		1 MTEMP,MDIFF,MPRINT	RAT00190
10		COMMON/MESH /MGROSS,MFINE,NOXID(2),MOXI(2)	RAT00200
		1 NLUMB,NSTART,NALFA(2)	RAT00210
11		COMMON/MESHTC/NT(100),NTCOOL(2),NTWALL(2),KTCOOL(2),KTWALL(2),NGESRAT00220	
12		COMMON/MESHCO/NC(500),NBAKER,MGES,MGA(2),MAB(2)	RAT00230
		1 NOA(2),NAD(2),NAB(2),NBA(2),INTOXI(2),INTB	RAT00240
		2 NOA1,NAD1,NAB1,NBA1,NOXID1,NALFA1	RAT00250
		3 NOA2,NAD2,NAB2,NBA2,NOXID2,NALFA2	RAT00260
13		COMMON/MATPHU/ DENZIR,DENZRO,OSTOCH,OXICON,DENRAT,FCFAC,OXHEAT	RAT00270
14		COMMON/PROFI/ CO(500),X(500),OLAYER(2),ALAYER(2),BLAYER,OOXID(2),RAT00280	
		1DALFA(2),OGAIN(2),OBETA,OTOTAL,OBETAS,STEMP,	RAT00290
		2M1,M2,M3,M4,M5,NUMBER,NSCALE	RAT00300
15		COMMON/HINPU/ HDIFIN(100,2),TIMDIF(100,2),HCOEFF(100,2),	RAT00310
		1 TCOEFF(100,2),HRADCO(100,2),TRADCO(100,2),	RAT00320
		2 WFLUX(100,2),TWFLUX(100,2),TIMSTP(100),DTNEW(100),RAT00330	
		3 KDIFIN(2),NDIFIN(2),KWFLUX(2),NWFLUX(2),	RAT00340
		4 KCOEFF(2),NCOEFF(2),KHADCO(2),NRADCO(2),NSTEP	RAT00350
16		REFRAD=R(1)	RAT00360
17		IF (HDIFF(1),EQ,0.) REFRAD=R(MFINE)	RAT00370
18		DO 100 K=1,2	RAT00380
19		IF (HDIFF(K),EQ,0.) GO TO 100	RAT00390
20		FLUX=OXIGFL(K)	RAT00400
21		TK=T(1)*273.16	RAT00410
22		IF (NLUMB,EQ,0) TK=.5*(TSURF(K)+TOXID(K))	RAT00420
23		IF (TK,GT,2073.16) TK=2073.16	RAT00430
24		GO TO (1,2,3,20)NBAKER	RAT00440
25		1 BAKER=0.5*33.3* EXP(-45500./(1.987*TK))*DENRAT**2	RAT00450
26		DOXDT=BAKER/DOXID(K)	RAT00460
27		GO TO 50	RAT00470
28		2 HOBSON=.155311* EXP(-39291./(1.987*TK))	RAT00480
29		DOXDT=HOBSON/DOXID(K)	RAT00490
30		GO TO 50	RAT00500
31		3 LEMMON=.028875* EXP(-34000./(1.987*TK))	RAT00510
32		DOXDT=LEMMON/DOXID(K)	RAT00520
33		GO TO 50	RAT00530
34		20 DALDT=0.3538* EXP(-41054./(1.987*TK))/DALFA(K)	RAT00540
35		IF (NSTART,GT,0)	RAT00550
		1DALFA(K)=DALFA(K)+DALUT*DTDIFF	RAT00560
36		GO TO 2	RAT00570

ISN	ST-NO	SOURCE PROGRAM (RATMOD)	SEQUENCE
37	50	OXIGFL(K)=DOXDT/(DENZIR+DENRAT)	RAT00580
38		IF (NSTART,EQ,0) GO TO 100	RAT00590
39		DOXID(K)=DOXID(K)*OXIGFL(K)*DTDIFF/(OXICON-CSTART)	RAT00600
40		GAIN(K)=GAIN(K)+FLUX*DTDIFF*R(K)/REFRAD	RAT00610
41	100	CONTINUE	RAT00620
42		ROXID(1)=R(1)-DOXID(1)	RAT00630
43		ROXID(2)=R(MFINE)+DOXID(2)	RAT00640
44		BLAYER=WALL-DOXID(1)-DOXID(2)	RAT00650
45		IF (BLAYER) 500,500,200	RAT00660
46	200	IF (NLUMB,NE,0) RETURN	RAT00670
47		IF (BLAYER,GT,128.*DR) RETURN	RAT00680
48		IF ((HDIFF(2)*HDIFF(1),EQ,0.) .AND. (BLAYER,GT,32.*DR)) RETURN	RAT00690
49		NLUMB=1	RAT00700
50		RETURN	RAT00710
51	500	TIME=TMAX	RAT00720
52		RETURN	RAT00730
53		END	RAT00740

ISN	ST-NO	SOURCE PROGRAM	SEQUENCE
1		SUBROUTINE TEMPER	TEM00010
	C	TEMPER CALCULATES THE TEMPERATURES IN THE WALL	TEM00020
2		COMMON/GEOMET/ R(1000),ROXID(2),RALFA(2),WALL,DOXID(2),DALFA(2),DRTEM00030	TEM00030
3		COMMON/TEMP / T(1000),TOXID(2),TALFA(2),TSTART,TSTEAM(2),TWALL(2)TEM00040	TEM00040
		1,TSURF(2)	TEM00050
4		COMMON/TEMPIM/ TCOOL(100,2),ZTCOOL(100,2),TRAD(100,2),ZTRAD(100,2)	TEM00060
5		COMMON/HEAT / HVER(100),HCOOL(2),ERADIA(2),HEATFL(2),HFIXED(2),	TEM00070
	1	95PLIT,HCAP(100),HSTEAM(2),HRADIA(2)	TEM00080
	2	9SURF(2),9CON(2),9RAD(2),9REACT(2)	TEM00090
6		COMMON/HEADLN/ NTITLE(20)	TEM00100
7		COMMON/CONCEN/ C(1000),COXID(2),COXAL(2),CALBET(2),CBETA(2),	TEM00110
	1	OXIGFL(2),HOIFF(2),CSTART,GAIN(2)	TEM00120
	2,	OCAP(500),OVER(500),ODTMAX(500)	TEM00130
	3,	COA(2),CAC(2),CAB(2),CBA(2)	TEM00140
	4,	OCAPOA(2),OCAPAO(2),OCAPAB(2),OCAPBA(2)	TEM00150
8		COMMON/ZEIT / TIME,TMAX,DTTEMP,DTDIFF,DTPRIN,DTMAX(100)	TEM00160
	1,	MTEMP,MDIFF,MPRJNT	TEM00170
9		COMMON/MESH /MGROSS,MFINE,NOXID(2),MOXI(2)	TEM00180
	1,	NLUMB,NSTART,NALFA(2)	TEM00190
10		COMMON/MESHTO/NT(100),NTCOOL(2),NTWALL(2),KTCOOL(2),KTWALL(2),NGES	TEM00200
11		COMMON/MESHCO/NC(500),NBAKER,MGES,MOA(2),MAB(2)	TEM00210
	1,	NOA(2),NAO(2),NAB(2),NBA(2),INTOXI(2),INTE	TEM00220
	2,	NOA1,NAO1,NAB1,NBA1,NOXID1,NALFA1	TEM00230
	3,	NOA2,NAO2,NAB2,NBA2,NOXID2,NALFA2	TEM00240
12		COMMON/HATPRO/ DENZIR,DENZRO,OSTOCH,OXICOM,DENRAT,FICFAC,OXHEAT	TEM00250
13		COMMON/PROFIL/ CO(500),K(500),OLAYER(2),ALAYER(2),OOLXID(2),	TEM00260
	10ALFA(2),OGAIN(2),OBETA,OTOTAL,OBETAS,STEMP,	TEM00270	
	2M1,M2,M3,M4,M5,NUMBER,NSCALE	TEM00280	
14		COMMON/HINPUT/ HOIFIN(100,2),TIMDIF(100,2),HCOEFF(100,2),	TEM00290
	1	TCOEFF(100,2),HRADCO(100,2),TRADCO(100,2),	TEM00300
	2	9FLUXI(100,2),9FLUX(100,2),TIMSTP(100),OTNEW(100),	TEM00310
	3	KDIFIN(2),NDIFIN(2),K9FLUX(2),N9FLUX(2),	TEM00320
	4	KCOEFF(2),NCOEFF(2),KRADCO(2),NRADCO(2),NSTER	TEM00330
15		DIMENSION HZIR1(2),HZIR2(2),TN(1000), HOXI(2),HZIR(2)	TEM00340
16		DIMENSION RSURF(2),TSURK(2)	TEM00350
17		TSURK(1)=T(1)+273.15	TEM00360
18		TSURK(2)=T(MFINE)+273.15	TEM00370
19		NGES=MGROSS	TEM00380
20		ROXID(1)=R(1)-DOXID(1)	TEM00390
21		ROXID(2)=R(MFINE)+DOXID(2)	TEM00400
22		RSURF(1)=R(1)	TEM00410
23		RSURF(2)=R(MFINE)	TEM00420
24		DO 10 K=1,2	TEM00430
25		IF(HDIFF(K),EQ,0.) GO TO 5	TEM00440
26		NOXID(K)=DOXID(K)/DR+.5	TEM00450
27		MOXI(K)=NOXID(K)/16	TEM00460
28		NGES=NGES+NOXID(K)/16-NOXID(K)/32+NOXID(K)/64	TEM00470
29		IF(NLUMB,GT,0) NGES=1	TEM00480
30		5 IF(HCOOL(K),GT,0.) HSTEAM(K)=HCOOL(K)*RSURF(K)	TEM00490
31		IF(ERADIA(K),EQ,0.) GO TO 10	TEM00500
32		T2=TWALL(K)+273.15	TEM00510
33		HRADIA(K)=ERADIA(K)*5.77E-12*(TSURK(K)+T2)*(TSURK(K)**2+T2**2)	TEM00520
	1	*RSURF(K)	TEM00530
34		10 CONTINUE	TEM00540
35		NT(1)=1	TEM00550
36		HVER(1)=HSTEAM(1)+HRADIA(1)	TEM00560
37		HVER(NGES+1)=HSTEAM(2)+HRADIA(2)	TEM00570

ISN	ST-NO	SOURCE PROGRAM (TEMPER)	SEQUENCE
	C	TLUMB = 0: TEMPERATURE PROFIL IS CALCULATED	TEM00580
	C	TLUMB = 1: UNIFORM WALL TEMPERATURE IS CALCULATED	TEM00590
	C	TLUMB = 2: WALL TEMPERATURE IS INPUT	TEM00600
38		IF(NLUMB,EQ,0) GO TO 18	TEM00610
39		CALL TLUMB	TEM00620
40		GO TO 2000	TEM00630
41		18 NT(NGES)=MFINE	TEM00640
42		IF(HDIFF(1),GT,0.) GO TO 20	TEM00650
43		HCAP(1)=32,*DR*(17)*SPEC(T(1),2)	TEM00660
44		NZOUT=2	TEM00670
45		GO TO 100	TEM00680
46		20 MOXI(1)=MOXI(1)+1	TEM00690
47		IF(MOXI(1),GT,1) GO TO 30	TEM00700
48		MEAN=(2+NOXID(1))/2	TEM00710
49		HOXI(1)=R(MEAN) /DOXID(1)*CONDUCT(1),T(NOXID(1)+1),1)	TEM00720
50		MEANZ=(NOXID(1)+34)/2	TEM00730
51		HCAP(1)=R(MEAN)*DOXID(1)*SPEC(TOXID(1),1)	TEM00740
	1	+R(MEANZ)*(ROXID(1)-R(33))*SPEC(TOXID(1),2)	TEM00750
52		NT(2)=65	TEM00760
53		MEANZ=(NOXID(1)+66)/2	TEM00770
54		HZIR(1)=R(MEANZ) / (ROXID(1)-R(65))*CONDUCT(TOXID(1),T(65),2)	TEM00780
55		HVER(2)=HZIR(1)*MOXI(1)/HZIR(1)+HOXI(1)	TEM00790
56		HCAP(2)=R(65)*64,*DR*SPEC(T(65),2)	TEM00800
57		NZOUT=3	TEM00810
58		GO TO 100	TEM00820
59		30 HCAP(1)=8,*DR*(5)*SPEC(T(1),1)	TEM00830
60		NT(MOXI(1))=NOXID(1)+1	TEM00840
61		T(NT(MOXI(1)))=TOXID(1)	TEM00850
62		NOXOUT=MOXI(1)-1	TEM00860
63		IF(NOXOUT,LT,2) GO TO 50	TEM00870
64		DO 40 K=2,NOXOUT	TEM00880
65		NT(K)=NT(K-1)+16	TEM00890
66		MT=NT(K)	TEM00900
67		HCAP(K)=16,*DR*(MT)*SPEC(T(MT),1)	TEM00910
68		HVER(K)=R(MT-8)/(16,*DR)*CONDUCT(T(MT),T(MT-16),1)	TEM00920
69		40 CONTINUE	TEM00930
70		50 NT(MOXI(1)+1)=CNT(MOXI(1))+95/64*64+1	TEM00940
71		MEAN=CNT(NOXOUT)+CNT(MOXI(1))/2	TEM00950
72		HVER(MOXI(1))=R(MEAN) / (R(NT(NOXOUT))-ROXID(1))	TEM00960
	1	*CONDUCT(T(NT(NOXOUT)),TOXID(1),1)	TEM00970
73		MEANZ=CNT(MOXI(1)+1)+32+NT(MOXI(1))/2	TEM00980
74		MEANO=CNT(NOXOUT)+8+NT(MOXI(1))/2	TEM00990
75		HCAP(MOXI(1))=R(MEAN)*R(NT(NOXOUT)+8)-ROXID(1)*SPEC(TOXID(1),1)	TEM01000
	1	+R(MEANZ)*(ROXID(1)-R(NT(MOXI(1)+1)+32))*SPEC(TOXID(1),2)	TEM01010
76		MEAN=CNT(NOXOUT)+16+NT(MOXI(1))/2	TEM01020
77		HOXI(1)=R(MEAN) / (R(NT(NOXOUT)+16)-ROXID(1))	TEM01030
	1	*CONDUCT(T(NT(NOXOUT)+16),TOXID(1))	TEM01040
78		M1=MOXI(1)+1	TEM01050
79		MT=NT(M1)	TEM01060
80		MEANZ=CNT(MOXI(1))+MT/2	TEM01070
81		HVER(M1)=R(MEANZ) / (ROXID(1)-R(MT))*CONDUCT(TOXID(1),T(MT),2)	TEM01080
82		HCAP(M1)=64,*DR*(MT)*SPEC(T(MT),2)	TEM01090
83		NZOUT=MOXI(1)+2	TEM01100
84		100 IF(HDIFF(2),GT,0.) GO TO 120	TEM01110
85		HCAP(NGES)=32,*DR*(MFINE-16)*SPEC(T(MFINE),2)	TEM01120
86		HVER(NGES)=R(MFINE-16)/(64,*DR)*CONDUCT(T(MFINE),T(MFINE-64),2)	TEM01130
87		NZIN=NGES-1	TEM01140

ISN	ST-NO	SOURCE PROGRAM (TEMPER)	SEQUENCE
88		GO TO 200	TEM01150
89	120	MOXI(2)=NGES=MOXI(2)	TEM01160
90		IF (NGES=MOXI(2),GT,0) GO TO 130	TEM01170
91		MEAN=(MFINE+NT(MOXI(2)))/2	TEM01180
92		MOXI(2)=R(MEAN)/DOXID(2)*CONDUCT(MFINE),T(NT(MOXI(2))),1	TEM01190
93		MEANZ=(MFINE-64+NT(MOXI(2)))/2	TEM01200
94		HZIR(2)=R(MEANZ)/(R(MFINE-64)-ROXID(2))	TEM01210
	1	*CONDUCT(MFINE-64),TOXID(2),2	TEM01220
95		HVER(NGES)=MOXI(2)+HZIR(2)/(MOXI(2)+HZIR(2))	TEM01230
96		MEANZ=(MFINE-32+NT(MOXI(2)))/2	TEM01240
97		HCAP(NGES)=R(MEAN)+DOXID(2)*SPEC(TOXID(2),1)+R(MEANZ)*	TEM01250
	1	(R(MFINE-32)-ROXID(2))*SPEC(TOXID(2),2)	TEM01260
98		NZIN=NGES-1	TEM01270
99		GO TO 200	TEM01280
100	130	HCAP(NGES)=6,*DR*(MFINE-4)*SPEC(T(MFINE),1)	TEM01290
101		NT(MOXI(2))=MFINE-NOXID(2)	TEM01300
102		T(NT(MOXI(2)))=TOXID(2)	TEM01310
103		NOXIN=MOXI(2)+2	TEM01320
104		NOXUP=NGES-1	TEM01330
105		IF (NOXIN,LE,NGES) HVER(NGES)=R(MFINE-8)/(16,*DR)	TEM01340
	1	*CONDUCT(MFINE),T(MFINE-16),1	TEM01350
106		IF (NOXUP,LT,NOXIN) GO TO 150	TEM01360
107		NT(NOXUP)=MFINE-16	TEM01370
108		MAX=NT(NGES-1)	TEM01380
109		DO 140 K=NOXIN,NOXUP	TEM01390
110		NT(K)=MAX-16*(NOXUP-K)	TEM01400
111		MT=NT(K)	TEM01410
112		HCAP(K)=16,*DR*(MT)*SPEC(T(MT),1)	TEM01420
113		HVER(K)=R(MT-8)/(16,*DR)*CONDUCT(T(MT),T(MT-16),1)	TEM01430
114	140	CONTINUE	TEM01440
115	150	M1=MOXI(2)+1	TEM01450
116		NT(M1)=MFINE-NOXID(2)/16*16*16	TEM01460
117		MEAN=(NT(M1)+NT(MOXI(2)))/2	TEM01470
118		HVER(M1)=R(MEAN)/(ROXID(2)-R(NT(M1)))*CONDUCT(TOXID(2),T(NT(M1)),1)	TEM01480
119		IF (NOXIN,LE,NGES)	TEM01490
	1	HCAP(M1)=16,*DR*(M1)*SPEC(T(NT(M1)),1)	TEM01500
120		MEAN0=(NT(M1)-16+NT(MOXI(2)))/2	TEM01510
121		MOXI(2)=R(MEAN0)/(ROXID(2)-R(NT(M1)-16))	TEM01520
	1	*CONDUCT(TOXID(2),T(NT(M1)-16),1)	TEM01530
122		M2=MOXI(2)-1	TEM01540
123		NT(M2)=(NT(MOXI(2))-36)/64*64*1	TEM01550
124		MEAN=(NT(M2)+NT(MOXI(2)))/2	TEM01560
125		HVER(MOXI(2))=(MEANZ)/(R(NT(M2))-ROXID(2))	TEM01570
	1	*CONDUCT(T(NT(M2)),TOXID(2),2)	TEM01580
126		R1=R(NT(M1)-8)	TEM01590
127		R2=R(NT(M2)+32)	TEM01600
128		HCAP(MOXI(2))=5*((R2**2-ROXID(2)**2)*SPEC(TOXID(2),2)+	TEM01610
	1	(ROXID(2)**2-R1**2)*SPEC(TOXID(2),1))	TEM01620
129		NZIN=M2	TEM01630
130	200	DO 250 K=NZOUT,NZIN	TEM01640
131		NT(K)=NT(K-1)+64	TEM01650
132		HVER(K)=R(NT(K)-32)/(64,*DR)*CONDUCT(T(NT(K)-1),T(NT(K)),2)	TEM01660
133		HCAP(K)=64,*DR*(NT(K))*SPEC(T(NT(K)),2)	TEM01670
134	250	CONTINUE	TEM01680
135		IF (NSTART.EQ,0) GO TO 2000	TEM01690
136		DO 310 K=1,NGES	TEM01700
137	310	QREACT(K)=0.	TEM01710

ISN	ST-NO	SOURCE PROGRAM (TEMPER)	SEQUENCE
138		QSURF(1)=0.	TEM01720
139		QSURF(2)=0.	TEM01730
140		IF (QFIXED(1),GT,0) QSURF(1)=QFIXED(1)*RSURF(1)	TEM01740
141		IF (QFIXED(2),GT,0) QSURF(2)=QFIXED(2)*RSURF(2)	TEM01750
142		IF (HDJFF(1),EQ,0.) GO TO 320	TEM01760
143		OXI=OXIGFL(1)*R(1)	TEM01770
144		QSURF(1)=QSURF(1)-QSPLIT*OXI	TEM01780
145		QREACT(MOXI(1))=OXHEAT*OXI	TEM01790
146		IF (MOXI(1),GT,1) GO TO 320	TEM01800
147		QREACT(2)=HVER(2)*QREACT(1)/MOXI(1)	TEM01810
148		QREACT(1)=QREACT(1)*HVER(2)/HZIR(1)	TEM01820
149	320	IF (HDJFF(2),EQ,0.) GO TO 400	TEM01830
150		OXI=OXIGFL(2)*R(MFINE)	TEM01840
151		QSURF(2)=QSURF(2)-QSPLIT*OXI	TEM01850
152		QREACT(MOXI(2))=OXHEAT*OXI	TEM01860
153		IF (MOXI(2),NE,NGES) GO TO 400	TEM01870
154		QREACT(NGES-1)=HVER(NGES)*QREACT(NGES)/MOXI(2)	TEM01880
155		QREACT(NGES)=QREACT(NGES)*HVER(NGES)/HZIR(2)	TEM01890
156	400	CALL JNITEM	TEM01900
157		TOXID(1)=T(1)	TEM01910
158		TOXID(2)=T(MFINE)	TEM01920
159		IF (HDJFF(1),EQ,0.) GO TO 1200	TEM01930
160		IF (MOXI(1),EQ,1) GO TO 1110	TEM01940
161		NO=NT(MOXI(1))	TEM01950
162		N1=NT(MOXI(1))-1	TEM01960
163		T(N1+16)=T(NO)-HVER(MOXI(1))*T(NO)-T(N1)/MOXI(1)	TEM01970
164		TOXID(1)=T(NO)	TEM01980
165		GO TO 1200	TEM01990
166	1110	TOXID(1)=QREACT(1)/MOXI(1)+HVER(2)*(T(1)/HZIR(1)+T(65)/MOXI(1))	TEM02000
167		T(17)=TOXID(1)	TEM02010
168	1200	IF (HDJFF(2),EQ,0.) GO TO 2000	TEM02020
169		IF (MOXI(2),EQ,NGES) GO TO 1210	TEM02030
170		NO=NT(MOXI(2))	TEM02040
171		N1=NT(MOXI(2))+1	TEM02050
172		T(N1+16)=T(NO)-HVER(MOXI(2))+1*(T(NO)-T(N1))/MOXI(2)	TEM02060
173		TOXID(2)=T(NO)	TEM02070
174		GO TO 2000	TEM02080
175	1210	TOXID(2)=QREACT(NGES)/MOXI(2)+HVER(NGES)*	TEM02090
	1	(T(MFINE)/HZIR(2)+T(MFINE-64)/MOXI(2))	TEM02100
176		T(MFINE-16)=TOXID(2)	TEM02110
177	2000	IF (T(1),LT,2200.) RETURN	TEM02120
178		WRITE(6,3000)	TEM02130
179	3000	FORMAT(1H0,40HTEMPERATURE HIGHER THAN 2200 DEG C	TEM02140
180		CALL OUTPUT	TEM02150
181		TIME = TMAX	TEM02160
182		RETURN	TEM02170
183		END	TEM02180

LSN	ST-NO	SOURCE PROGRAM	SEQUENCE
1	C	SUBROUTINE INTTEM	INT00010
		IN THIS SUBROUTINE THE TEMPERATURE INTEGRATION IS PERFORMED	INT00020
2		COMMON/GEOMET/ R(1000),ROXID(2),RALFA(2),WALL,DOXID(2),DALFA(2),DRINT00030	INT00030
3		COMMON/TEMP / T(1000),TOXID(2),TALFA(2),TSTART,TSTEAM(2),TWALL(2)INT00040	INT00040
4		1,TSURF(2)	INT00050
5		COMMON/TEMPIM/ TCOOL(100,2),ZTCOOL(100,2),TRAD(100,2),ZTRAD(100,2)INT00060	INT00060
6		COMMON/HEAT / HVER(100),HCOOL(2),ERADIA(2),HEATFL(2),QF1XED(2),INT00070	INT00070
7		1,9SPLIT,HCAP(100),HSTEAM(2),HRADIA(2)	INT00080
8		2,9SURF(2),9CON(2),9RAD(2),9REACT(2)	INT00090
9		COMMON/HEADLN/ NTITLE(20)	INT00100
10		COMMON/CONCEN/ C(1000),COXID(2),COXAL(2),CALBET(2),CBETA(2),INT00110	INT00110
11		1,OXIGFL(2),HDIFF(2),CSTART,GAIN(2)	INT00120
12		2,OCAP(500),OVER(500),ODTMAX(500)	INT00130
13		3,COA(2),CAD(2),CAB(2),CBA(2)	INT00140
14		4,OCAPQA(2),OCAPQA(2),OCAPAB(2),OCAPBA(2)	INT00150
15		COMMON/ZEIT / TIME,TMAX,DTTEMP,DTDIFF,DTPRIN,DTMAX(100)	INT00160
16		1,MTEMP,MDIFF,MPRINT	INT00170
17		COMMON/MESH / MGROSS,MFINE,NOXID(2),MOXI(2)	INT00180
18		1,NLUMB,NSTART,NALFA(2)	INT00190
19		COMMON/MESHTE/NT(100),NTCOOL(2),NTWALL(2),KTWALL(2),NGESINT00200	INT00200
20		COMMON/MESHCO/NC(500),NBAKEP,MGES,MOA(2),MAB(2)	INT00210
21		1,NOA(2),NAO(2),NAB(2),NBA(2),INTOXI(2),INTB	INT00220
22		2,NOA1,NAO1,NAB1,NBA1,NOXID1,NALFA1	INT00230
23		3,NOA2,NAO2,NAB2,NBA2,NOXID2,NALFA2	INT00240
24		COMMON/MATPRO/ DENZIR,DENZRO,OSTOCH,OXICON,DENRAT,FICFAC,OXHEAT	INT00250
25		COMMON/PROFIL/ CO(500),X(500),GBLAYER(2),ALAYER(2),BLAYER,ODXID(2),INT00260	INT00260
26		1,0ALFA(2),JGAIN(2),GBETA,DTOTAL,GBETAS,STEMP,	INT00270
27		2,M1,M2,M3,M4,M5,NUMBER,NSCALE	INT00280
28		COMMON/HINPUT/ HDIFIN(100,2),TIMDIF(100,2),HCOEFF(100,2),INT00290	INT00290
29		1,TCOEFF(100,2),HRADCO(100,2),TRADCO(100,2),	INT00300
30		2,QFLUXI(100,2),TQFLUX(100,2),TIMSTP(100),DTNEW(100),INT00310	INT00310
31		3,KDIFIN(2),NDIFIN(2),KQFLUX(2),NQFLUX(2),	INT00320
32		KCOEFF(2),NCOEFF(2),KRADCO(2),NRADCO(2),NSTEP	INT00330
33		15 DIMENSION TN(1000)	INT00340
34		16 DTM=DTTEMP	INT00350
35		17 DO 300 L=1,NGES	INT00360
36		DTMAX(L)=HCAP(L)/(HVER(L)+HVER(L+1))	INT00370
37		17 IF(DTMAX(L).LT,DTM) DTM=DTMAX(L)	INT00380
38		20 LGES=NGES-1	INT00390
39		21 300 CONTINUE	INT00400
40	C	DTMAX(L) IS THE MAXIMUM STABLE TIME STEP FOR EACH NODE	INT00410
41		22 IF(COIN.NE,DTTEMP) GO TO 310	INT00420
42		23 NMAX=1	INT00430
43		24 GO TO 400	INT00440
44		25 310 NMAX=DTTEMP/DTM+1,	INT00450
45		26 XMAX=NMAX	INT00460
46		27 DTM=DTTEMP/XMAX	INT00470
47		28 DO 1000 M=1,NMAX	INT00480
48		29 IF(CHSTEAM(1)+HRADIA(1)).GT,0.) GO TO 410	INT00490
49		30 TN(1)=T(1)+CHVER(2)*(T(NT(2))-T(1))+9SURF(1)+9REACT(1)+	INT00500
50		10TM/HCAP(1)	INT00510
51		31 GO TO 450	INT00520
52		410 TN(1)=T(1)+(HSTEAM(1)+(TSTEAM(1)-T(1))+HRADIA(1)*(TWALL(1)-T(1))	INT00530
53		1+HVER(2)*(T(NT(2))-T(1))+9SURF(1) *9REACT(1))*DTM/HCAP(1)	INT00540
54		32 450 IF(CHSTEAM(2)+HRADIA(2)).GT,0.) GO TO 460	INT00550
55		33 TN(MFINE)=T(MFINE)+HVER(NGES)*(T(NT(NGES-1))-T(MFINE))+9SURF(2)+	INT00560
56		19REACT(NGES))*DTM/HCAP(NGES)	INT00570

LSN	ST-NO	SOURCE PROGRAM (INTTEM)	SEQUENCE
35		GO TO 500	INT00580
36	460	TN(MFINE)=T(MFINE)+(HSTEAM(2)*(TSTEAM(2)-T(MFINE))+HRADIA(2)+	INT00590
37		1(TWALL(2)-T(MFINE))+HVER(NGES)*(T(NT(NGES-1))-T(MFINE))	INT00600
38		2+9REACT(NGES)+9SURF(2))*DTM/HCAP(NGES)	INT00610
39	500	DO 550 N=2,LGES	INT00620
40		MTL=NT(N-1)	INT00630
41		MT=NT(N)	INT00640
42		MTR=NT(N+1)	INT00650
43		TN(MT)=T(MT)+(HVER(N)*(T(MTL)-T(MT))+HVER(N+1)*(T(MTR)-T(MT))	INT00660
44		1+9REACT(N))*DTM/HCAP(N)	INT00670
45	550	CONTINUE	INT00680
46		DO 600 K=1,NGES	INT00690
47	600	T(NT(K))=TN(NT(K))	INT00700
48	1000	CONTINUE	INT00710
49		TSURF(1)=T(1)	INT00720
50		TSURF(2)=T(MFINE)	INT00730
51		DO 1100 I=1,2	INT00740
52		9CON(I)=0.	INT00750
53		9RAD(I)=0.	INT00760
54		IF(HCOOL(I).GT,0.) 9CON(I)=HCOOL(I)+(TSTEAM(I)-TSURF(I))	INT00770
55		IF(ERADIA(I).GT,0.)9RAD(I)=ERADIA(I)*5.77E-12*	INT00780
56		1((TWALL(I)+273.16)**4-(TSURF(I)+273.16)**4)	INT00790
57		HEATFL(I)=9CON(I)+9RAD(I)	INT00800
58	1100	CONTINUE	INT00810
59		RETURN	INT00820
60		END	INT00830

ISN	ST-NO	SOURCE PROGRAM	SEQUENCE
1	C	SUBROUTINE INTFAC(T,CH,CL,KK)	INT00010
2	C	EQUILIBRIUM CONCENTRATION AT THE INTERFACES (GRAM OXYGEN/CM**3)	INT00020
		COMMON/MATPRO/ DENZIR,DENZRO,OSTOCH,OXICON,DENRAT,FICFAC	INT00030
	C		INT00040
3		COMMON/CONCEN/ C(1000),COXID(2),COXAL(2),CALS(2),CBETA(2),	INT00050
	1	OXIGFL(2),HDIFF(2),CSTART,GAIN(2)	INT00060
	2	OCAP(500),OVER(500),ODTMAX(500)	INT00070
	3	COA(2),CAD(2),CAB(2),CBA(2)	INT00080
	4	OCAPOA(2),OCAPAO(2),OCAPAB(2),OCAPBA(2)	INT00090
4		COMMON/INTFUN/ TEGA(101,2,2),CEGA(101,2,2),NEGA(2,2),KEGA(2,2)	INT00100
5		COMMON/MMEQ / MMEQ	INT00105
6		DIMENSION CHL(2)	INT00110
7		K=ABS(KK)	INT00120
8		IF(MMEQ.GT.0) GO TO 500	INT00130
9		TK = T + 273.16	INT00140
10		IF (TK.GT.2125.) TK = 2125.	INT00150
11		GO TO (1,2),K	INT00160
12	1	CH = 1.517 - 7.5E - 5 * TK	INT00170
13		CH = CH * FICFAC	INT00180
	C	CH/FICFAC = CONCENTRATION AT OXIDE/ALPHA INTERFACE	INT00190
14		CL = 0.0699 * DENZIR	INT00200
	C	CL = CONCENTRATION AT ALPHA/OXIDE INTERFACE	INT00210
15		GO TO 900	INT00220
16	2	CONTINUE	INT00230
	C	INTFAC (A/B,B/A)	INT00240
17		IF(TK.LT.1073.16) TK=1073.16	INT00250
18		CH=(-0.2263+SQRT(K/63.385-16.877))*0.01	INT00260
19		CH=CH*DENZIR	INT00270
20		IF(TK.LT.1373.16) GO TO 50	INT00280
21		CL=(TK-1081.7)/491.159)*0.01	INT00290
22		GO TO 100	INT00300
23	50	IF(TK.LT.1233.16) TK=1233.16	INT00310
24		CL=(0.00428+SQRT(K/392.46-3.1417))*0.01	INT00320
25	100	CL=CL*DENZIR	INT00330
26		GO TO 900	INT00340
27	500	CONTINUE	INT00350
	C	EQUILIBRIUM CONCENTRATION BY TABLE	INT00360
28		DD 700 L=1,2	INT00370
29		IF(T.GE.TEGA(NEGA(L,K),L,K)) GO TO 600	INT00380
30		CHL(L) = TINFUN(TEGA(L,K),CEGA(1,L,K),TEGA(1,L,K),1,T)	INT00390
31		GO TO 700	INT00400
32	600	CHL(L) = CEGA(NEGA(L,K),L,K)	INT00410
33	700	CONTINUE	INT00420
34		CH = CHL(1)	INT00430
35		CL = CHL(2)	INT00440
36		IF(K.EQ.1) CH = CH*FICFAC	INT00450
37	900	CONTINUE	INT00460
38		IF(KK.LT.0) RETURN	INT00470
39		IF(CH.LT.CSTART) CH = CSTART	INT00480
40		IF(CL.LT.CSTART) CL = CSTART	INT00490
41		RETURN	INT00500
42		END	INT00510

ISN	ST-NO	SOURCE PROGRAM	SEQUENCE
1	C	SUBROUTINE DIFFUS	
	C	THIS SUBROUTINE CONTROLS THE CALCULATION OF THE CONCENTRATION	
	C	PROFILE	
2		COMMON/GEOMET/ R(1000),ROXID(2),RALFA(2),WALL,DOXID(2),DALFA(2),DR	
3		COMMON/TEMP / T(1000),TOXID(2),TALFA(2),TSTART,TSTEAM(2),TWALL(2)	
		1,TSURF(2)	
4		COMMON/TEMTIM/ TCOOL(100,2),ZTCOOL(100,2),TRAD(100,2),ZTRAD(100,2)	
5		COMMON/HEAT / HYER(100),HCOOL(2),ERADIA(2),HEATFL(2),HFIXED(2),	
	1	QSPLT,HCAP(100),HSTEAM(2),HRADIA(2)	
	2	QSURF(2),QCON(2),QRAD(2),QREACT(2)	
6		COMMON/HEADLN/ NTITLE(20)	
7		COMMON/CONCEN/ C(1000),COXID(2),COXAL(2),CALS(2),CBETA(2),	
	1	OXIGFL(2),HDIFF(2),CSTART,GAIN(2)	
	2	OCAP(500),OVER(500),ODTMAX(500)	
	3	COA(2),CAD(2),CAB(2),CBA(2)	
	4	OCAPOA(2),OCAPAO(2),OCAPAB(2),OCAPBA(2)	
8		COMMON/ZEIT / TIME,TMAX,DTTEMP,DTDIFF,DTPRIN,DTMAX(100)	
	1	MTEMP,MDIFF,MPRINT	
9		COMMON/MESH / MGROSS,MPINE,NOXID(2),MOXI(2)	
	1	NLUMB,NSTART,NALFA(2)	
10		COMMON/MESHTE/NT(100),NTCOOL(2),NTWALL(2),KTWALL(2),NGES	
11		COMMON/MESHCO/NC(500),NBAKER,MGES,MOA(2),MAB(2)	
	1	NOA(2),NAO(2),NAB(2),NBA(2),INTOXI(2),INTB	
	2	NOA1,NAO1,NAB1,NBA1,NOXID1,NALFA1	
	3	NOA2,NAO2,NAB2,NBA2,NOXID2,NALFA2	
12		COMMON/MATPRO/ DENZIR,DENZRO,OSTOCH,OXICON,DENRAT,FICFAC,OXHEAT	
13		COMMON/PROFIL/ CO(500),X(500),OLAYER(2),ALAYER(2),BLAYER,OXID(2),	
		10DALFA(2),OGAIN(2),OBETA,DTOTAL,OBETAS,STEMP,	
		2M1,M2,M3,M4,M5,NUMBER,NSCALE	
14		COMMON/HINPUT/ HDIFIN(100,2),TIMDIF(100,2),HCOEFF(100,2),	
	1	TCEOFF(100,2),HRADCO(100,2),TRADCO(100,2),	
	2	QFLUXI(100,2),TQFLUX(100,2),TIMSTP(100),DTNEW(100),	
	3	KDIFIN(2),NDIFIN(2),KQFLUX(2),NQFLUX(2),	
	4	KCOEFF(2),NCOEFF(2),KRADCO(2),NRADCO(2),NSTEP	
15		COMMON/CEB / CEB	
16		DIMENSION CN(1000),STOROA(2),STORAB(2)	
17		IF(NBAKER.EQ.0) GO TO 1	
	C	NBAKER = 0 : DETAILED DIFFUSION CALCULATION	
	C	NBAKER = 1 : BAKER - JUST - EQUATION	
	C	NBAKER = 2 : HOBSON - EQUATION	
	C	NBAKER = 3 : LEMMON - EQUATION	
18		CALL RATMOD	
19		NSTART=3	
20		RETURN	
21	1	IF(HDIFF(1),EQ.0.) GO TO 3	
22		IF((DOXID(1),LT.5.*DR),OR,(DALFA(1)-DOXID(1),LT.6.*DR)) GO TO 5	
23	3	IF(HDIFF(2),EQ.0.) GO TO 50	
24		IF((DOXID(2),LT.5.*DR),OR,(DALFA(2)-DOXID(2),LT.6.*DR)) GO TO 5	
25		GO TO 50	
26	5	DD 10 K=1,2	
27		IF(HDIFF(K),EQ.0.) GO TO 10	
28		IF(NSTART.NE.1) GO TO 7	
29		IF((DOXID(K),GE.2.*DR),AND,(DALFA(K)-DOXID(K),GT.3.*DR)) GO TO 10	
30	7	CALL DSTART	
31		NSTART=2	
32		RETURN	
33	10	CONTINUE	

```

ISN  ST-NO          SOURCE PROGRAM      ( DIFFUS )          SEQUENCE
34    30 CALL MESHGE
      C MESHGE DETERMINES SIZE AND INTERPOLATES IF THERE IS A CHANGE
      C IN MESH SIZE
35    NC(1) = 1
36    MGES = 1
37    IF (RDIFF(1),E0,0.) GO TO 300
38    INT = INTOXI(1)
39    NL = 1 + INT
40    XINT = INT
41    XDR = XINT * DR
42    XDR2 = XDR * 5
43    OCAP(1) = (R(1)-0.25*XDR)*XDR2
44    IF (NLUMB) 203,203,201
45    DO 202 L=NL,NOA1,INT
46    202 T(L) = T(1)
47    GO TO 210
48    203 IF (INT,E0,16) GO TO 210
49    IF (MOXI(1),GT,1) GO TO 205
50    SLOPE = (T(1)-TOXD(1))/(R(1)-ROXD(1))
51    DO 204 L=NL,NOA1,INT
52    204 T(L) = T(L-INT) - XDR * SLOPE
53    GO TO 210
54    205 MH = MOXI(1) - 1
55    IC = 1
56    DO 207 K=1,MH
57    SLOPE = (T(NT(K)) - T(NT(K+1))) / (R(NT(K)) - R(NT(K+1)))
58    DO 206 L=INT,16,INT
59    TA = T(IC)
60    IC = IC + L
61    206 T(IC) = TA - XDR * SLOPE
62    CONTINUE
63    IF (NOA1,INT),GE,NT(MH) GO TO 210
64    NH1 = NOA1 - INT
65    DO 208 L=1,NT(MH),INT
66    208 T(L+INT) = T(L) - XDR * SLOPE
67    CONTINUE
68    NA = 1
69    NH = NOA(1)
70    DO 220 L=INT,NH,INT
71    N = NA + INT
72    MGES = MGES + 1
73    NC(MGES) = N
74    OCAP(MGES) = R(N) * XDR
75    OVER(MGES) = (R(N) - XDR2) / XDR + DIFCON(T(N),T(NA),C(N),C(NA),1)
76    NA = N
77    220 CONTINUE
78    OCAP(MGES) = .5*OCAP(MGES)
79    MGES = MGES + 1
80    NA = NOA1
81    RMEAN = .5*(R(NA)+ROXD(1))
82    RDIFF = R(NA) - ROXD(1)
83    OVER(MGES) = RMEAN/RDIFF + DIFCON(TOXID(1),T(NA),COA(1),C(NA),1)
84    MOA(1) = MGES
85    NC(MGES) = NOXID1
86    OCAPOA(1) = RMEAN * RDIFF
87    NL = NAO1
88    NH = NAB1
    
```

```

ISN  ST-NO          SOURCE PROGRAM      ( DIFFUS )          SEQUENCE
89    IF (NLUMB) 233,233,231
90    231 DO 232 L=NL,NH,INT
91    232 T(L) = T(1)
92    TALFA(1) = T(1)
93    GO TO 240
94    233 NTH = NT(MOXI(1)+1)
95    NTH1 = NTH + 64
96    SLOPE = (TOXD(1) - T(NTH)) / (ROXD(1) - R(NTH))
97    NMAX = NTH
98    T(NL) = TOXD(1) - (ROXD(1) - R(NL)) * SLOPE
99    IF (NH,LT,NTH) NMAX = NH
100   TA = T(NL)
101   NL = NL + INT
102   234 DO 235 L=NL,NMAX,INT
103   T(L) = TA - XDR * SLOPE
104   TA = T(L)
105   235 CONTINUE
106   IF (NMAX,E0,NH) GO TO 239
107   NTH = NTH1
108   NTH1 = NTH + 64
109   NMAX = NTH1
110   SLOPE = (T(NTH) - T(NTH1)) / (R(NTH) - R(NTH1))
111   NL = NMAX + INT
112   IF (NH,LT,NTH1) NMAX = NH
113   GO TO 234
114   239 N2 = NAB1
115   N1 = N2 - INT
116   TALFA(1) = T(N2) + (T(N2) - T(N1)) / (R(N1) - R(N2)) * (R(N2) - RALFA(1))
117   240 MGES = MGES + 1
118   NL = NAO1
119   NC(MGES) = NL
120   RMEAN = .5*(ROXD(1) + R(NL))
121   RDIFF = ROXD(1) - R(NL)
122   NA = NL
123   OVER(MGES) = RMEAN/RDIFF + DIFCON(T(NL),TOXD(1),C(NL),CAO(1),2)
124   OCAPAD(1) = RMEAN * RDIFF
125   OCAP(MOA(1)) = OCAPAD(1) * OCAPOA(1)
126   OCAP(MGES) = .5 * R(NL) * XDR
127   NL = NL + INT
128   DO 250 L=NL,NH,INT
129   MGES = MGES + 1
130   N = NA + INT
131   OVER(MGES) = (R(N) - XDR2) / XDR + DIFCON(T(N),T(NA),C(N),C(NA),2)
132   NC(MGES) = N
133   NA = N
134   OCAP(MGES) = R(N) * XDR
135   250 CONTINUE
136   OCAP(MGES) = .5 * OCAP(MGES)
137   MGES = MGES + 1
138   RMEAN = .5*(R(NH) + RALFA(1))
139   RDIFF = R(NH) - RALFA(1)
140   OVER(MGES) = RMEAN/RDIFF + DIFCON(TALFA(1),T(NH),CAB(1),C(NH),2)
141   OCAPAB(1) = RMEAN * RDIFF
142   MAB(1) = MGES
143   NC(MGES) = NALFA1
144   IF (NBA2-NBA1,LT,INTB) GO TO 301
145   IF (NLUMB) 255,255,254
    
```

```

ISN  ST-NO      SOURCE PROGRAM      ( DIFFUS )      SEQUENCE
146   254 T(NBA1) = T(1)
147   GO TO 256
148   255 N1 = (NC(MGES)-1)/64*64+1
149   N2 = N1 + 64
150   IF (N2,GT,MFINE) N2=N1+64
151   IF (N1,LT,NOXID1) GO TO 258
152   SLOPE = (T(N1)-T(N2))/(R(N1)-R(N2))
153   T(NBA1) = T(N1)-(R(N1)-R(NBA1))*SLOPE
154   GO TO 256
155   258 SLOPE = (TOXID(1)-T(N2))/(ROXID(1)-R(N2))
156   T(NBA1) = TOXID(1)-(ROXID(1)-R(NBA1))*SLOPE
157   256 MGES = MGES+1
158   NC(MGES)=NBA1
159   RMEAN = .5*(RALFA(1)+R(NBA1))
160   RDIFF = RALFA(1)-R(NBA1)
161   OVER(MGES) = RMEAN/RDIFF*DIFCON(TALFA(1),T(NBA1),CBA(1),C(NBA1),
13)
162   OCAPBA(1) = RMEAN*RDIFF
163   OCAP(MAB(1)) = OCAPBA(1)*OCAPAB(1)
164   OCAP(MGES) = (R(NBA1)+XDR2)*XDR
165   300 NBSUM = NBA2-NBA1
166   IF(NBSUM,GT,INTB) GO TO 340
167   301 IF(HDIFF(1)+HDIFF(2),GT,0,) GO TO 320
168   IF(HDIFF(1),EQ,0,) GO TO 310
169   NBA1 = (NALFA1+MFINE)/2
170   C(NBA1) = 0.5*(CBA(1)+C(MFINE))
171   T(NBA1) = 0.5*(TALFA(1)+T(MFINE))
172   MGES = MAB(1)+1
173   NC(MGES) = NBA1
174   RMEAN = 0.5*(RALFA(1)+R(NBA1))
175   RDIFF = RALFA(1)-R(NBA1)
176   OVER(MGES) = RMEAN/RDIFF*DIFCON(TALFA(1),T(NBA1),CBA(1),C(NBA1),3)
177   OCAPBA(1) = RMEAN*RDIFF
178   OCAP(MAB(1)) = OCAPBA(1)*OCAPAB(1)
179   RMEAN = 0.5*(R(NBA1)+R(MFINE))
180   RDIFF = R(NBA1)-R(MFINE)
181   OCAP(MGES) = 0.5*RMEAN*RDIFF
182   MGES = MGES+1
183   NC(MGES) = MFINE
184   OVER(MGES) = RMEAN/RDIFF*DIFCON(T(NBA1),T(MFINE),C(NBA1),C(MFINE),
13)
185   OCAP(MGES) = OCAP(MGES)-1
186   GO TO 1000
187   310 NBA2 = (NALFA2+1)/2
188   C(NBA2) = 0.5*(CBA(2)+C(1))
189   IF(NLUMB)315,315,312
190   312 T(NBA2) = T(1)
191   TALFA(2) = T(1)
192   GO TO 318
193   315 SLOPE = (T(1)-T(64))/(R(1)-R(64))
194   T(NBA2) = T(1)-(R(1)-R(NBA2))*SLOPE
195   TALFA(2) = T(1)-(R(1)-RALFA(2))*SLOPE
196   318 MGES = 2
197   NC(2) = NBA2
198   RMEAN = 0.5*(R(1)+R(NBA2))
199   RDIFF = R(1)-R(NBA2)
200   OCAP(1) = 0.5*RMEAN*RDIFF

```

```

ISN  ST-NO      SOURCE PROGRAM      ( DIFFUS )      SEQUENCE
201   OVER(2) = RMEAN/RDIFF*DIFCON(T(1),T(NBA2),C(1),C(NBA2),3)
202   OCAP(2) = OCAP(1)
203   RMEAN = 0.5*(R(NBA2)+RALFA(2))
204   RDIFF = R(NBA2)-RALFA(2)
205   OVER(3) = RMEAN/RDIFF*DIFCON(T(NBA2),TALFA(2),C(NBA2),CBA(2),3)
206   MGES = 3
207   MAB(2) = 3
208   NC(3) = NALFA2
209   OCAPBA(2) = RMEAN*RDIFF
210   GO TO 310
211   320 NDIFF = (NALFA2-NALFA1)/3
212   NBA1 = NALFA1+NDIFF
213   NBA2 = NALFA2-NDIFF
214   IF(NLUMB)330,330,325
215   325 TALFA(2) = T(1)
216   T(NBA1) = T(1)
217   T(NBA2) = T(1)
218   GO TO 335
219   330 NL = (NALFA2-1)/64*64+1
220   NH = NL+64
221   IF(NH,GT,MFINE) NH=NL+64
222   SLOPE = (T(NL)-T(NH))/(R(NL)-R(NH))
223   TALFA(2) = T(NL)-(R(NL)-RALFA(2))*SLOPE
224   T(NBA1) = T(NL)-(R(NL)-R(NBA1))*SLOPE
225   T(NBA2) = T(NL)-(R(NL)-R(NBA2))*SLOPE
226   335 C(NBA1) = (CBA(1)+CBA(2))*0.5
227   C(NBA2) = C(NBA1)
228   MGES = MAB(1)+1
229   NC(MGES) = NBA1
230   RMEAN = 0.5*(RALFA(1)+R(NBA1))
231   RDIFF = RALFA(1)-R(NBA1)
232   OVER(MGES) = RMEAN/RDIFF*DIFCON(TALFA(1),T(NBA1),CBA(1),C(NBA1),3)
233   OCAPBA(1) = RMEAN*RDIFF
234   OCAP(MAB(1)) = OCAPBA(1)*OCAPAB(1)
235   RMEAN = 0.5*(R(NBA1)+R(NBA2))
236   RDIFF = R(NBA1)-R(NBA2)
237   OCAP(MGES) = 0.5*RMEAN*RDIFF
238   MGES = MGES+1
239   NC(MGES) = NBA2
240   OVER(MGES) = RMEAN/RDIFF*DIFCON(T(NBA1),T(NBA2),C(NBA1),C(NBA2),3)
241   OCAP(MGES) = OCAP(MGES)-1
242   MGES = MGES+1
243   NC(MGES) = NALFA2
244   MAB(2) = MGES
245   RMEAN = 0.5*(R(NBA2)+RALFA(2))
246   RDIFF = R(NBA2)-RALFA(2)
247   OVER(MGES) = RMEAN/RDIFF*DIFCON(T(NBA2),TALFA(2),C(NBA2),CBA(2),3)
248   OCAPBA(2) = RMEAN*RDIFF
249   GO TO 310
250   340 IF(HDIFF(1),GT,0,) GO TO 350
251   XINT = INTB
252   XDR = XINT*DR
253   XDR2 = .5*XDR
254   OVER(1) = 0
255   NMAX = NBA2*9+INTB
256   IF(NMAX,LE,65) GO TO 345
257   OCAP(1) = R(17)*32*DR

```

```

ISN  ST-NO          SOURCE PROGRAM      ( DIFFUS )          SEQUENCE
258      NL = 1
259      GO TO 380
260      345 OCAP(1) = 0,
261          IF(NMAX,LT,INTB+1) NMAX=INTB+1
262          NF = 5
263          NL = 65
264          GO TO 400
265      350 NL = NBA1+INTB
266          NH = NL+8*INTB
267          NA = NH
268          IF(NBSUM,LE,20*INTB) NH=NL+NBSUM-INTB
269          NP = NH+INTB-1
270          IF((CNA,EQ,NH),AND,(NP/64*64,NE,NP))
271          1C(NH+INTB)=2,*E(NH)-C(NH-INTB)
272          XINT = INTB
273          XDR = XINT*DR
274          XDR2 = .5*XDR
275          IF(NLUMB)353,353,351
276      351 DO 352 L=NL,NH,INTB
277          T(L) = T(1)
278          GO TO 360
279      353 N1 = (NL-1)/64*64+1
280          TA = T(NBA1)
281          N2 = N1+64
282          NMAX = N2
283          IF(N2,GT,MFINE) N2=N1-64
284          IF(N1,LT,NOXID1) GO TO 356
285          SLOPE = (T(N1)-T(N2))/R(N1)-R(N2)
286          GO TO 358
287      356 SLOPE = (TOXID(1)-T(N2))/(ROXID(1)-R(N2))
288          IF(NH,LT,NMAX) NMAX=NH
289          DO 355 L=NL,NMAX,INTB
290          T(L) = TA-XDR*SLOPE*2,
291          TA = T(L)
292      355 CONTINUE
293          IF(NMAX,EQ,NH) GO TO 360
294          NL = NMAX+INTB
295          N1 = N1+64
296          GO TO 354
297      360 NA = NBA1
298          NL = NA+INTB
299          DO 370 L=NL,NH,INTB
300          MGES = MGES+1
301          NC(MGES) = L
302          OVER(MGES) = (R(L)-XDR2)/XDR*DIFFCON(T(NA),T(L),C(CNA),C(L),3)
303          OCAP(MGES) = R(L)*XDR
304          NA = L
305      370 CONTINUE
306          NMAX = NBA2
307          OCAP(MGES) = .5*OCAP(MGES)
308          IF(NH,EQ,NMAX) GO TO 500
309          IF(HDIFF(2),NE,0) NMAX=NMAX-9*INTB
310          NL = (NH-2+INTB)/64*64+65
311          NF = NH
312          NH = (NMAX-1-INTB)/64*64+1
313          IF(NL,GE,NMAX) GO TO 400
314          IF(NLUMB,EQ,0) GO TO 375

```

```

ISN  ST-NO          SOURCE PROGRAM      ( DIFFUS )          SEQUENCE
314      DO 371 L=NL,NH,64
315      371 T(L) = T(1)
316      375 RMEAN = .5*(R(NF)+R(NL))
317          RDIFF = R(NF)-R(NL)
318          OCAP2 = .5*(R(NF)**2-RMEAN**2)
319          OCAP(MGES) = OCAP(MGES)+OCAP2
320          MGES = MGES+1
321          NC(MGES) = NL
322          OVER(MGES) = RMEAN/RDIFF*DIFFCON(T(NF),T(NL),C(CNF),C(NL),3)
323          OCAP(MGES) = .5*(RMEAN**2-R(NL)**2)
324          IF(NL,EQ,MFINE) GO TO 1000
325          OCAP(MGES) = OCAP(MGES)+R(NL+16)*32,*DR
326          NA = NL
327          NL = NL+64
328          IF(NL,LT,NMAX) GO TO 385
329          IF((HDIFF(2),GT,0),OR,(NL,GT,NMAX)) GO TO 390
330      385 MGES = MGES+1
331          NC(MGES) = NL
332          OVER(MGES) = R(NL-32)/(64,*DR)*DIFFCON(T(NL),T(NA),C(CNL),C(CNA),3)
333          OCAP(MGES) = R(NL)*64,*DR
334          IF(NLUMB,GT,0) T(NL)=T(1)
335          GO TO 390
336      390 OCAP(MGES) = 0.5*OCAP(MGES)
337          NF = NL-64
338          400 IF(HDIFF(2),EQ,0) GO TO 1000
339          NP = NMAX-INTB-1
340          IF((NMAX,GT,INTB+1),AND,(NP/64*64,NE,NP))
341          1C(NMAX-INTB) = 2,*C(NMAX)-C(NMAX+INTB)
342          IF(NLUMB)413,413,411
343          411 T(NMAX) = T(1)
344          GO TO 430
345      413 IF(NL=NOXID2)415,415,420
346          415 SLOPE = (T(NL-64)-T(NL))/(R(NL-64)-R(NL))
347          GO TO 425
348      420 SLOPE = (T(NL-64)-TOXID(2))/(R(NL-64)-ROXID(2))
349          T(NMAX) = T(NF)-SLOPE*(R(NF)-R(NMAX))
350          RDIFF = R(NF)-R(NMAX)
351          RMEAN = .5*(R(NF)+R(NMAX))
352          OCAP(MGES) = OCAP(MGES)+.5*(R(NF)**2-RMEAN**2)
353          MGES = MGES+1
354          NC(MGES) = NMAX
355          OVER(MGES) = RMEAN/RDIFF*DIFFCON(T(NF),T(NMAX),C(CNF),C(NMAX),3)
356          OCAP(MGES) = .5*(RMEAN**2-R(NMAX+INTB/2)**2)
357          NMIN = NMAX+INTB
358          IF(NLUMB)433,433,431
359          431 DO 432 L=NMIN,NBA2
360          T(L) = T(1)
361          NH = NBA2
362          GO TO 480
363      433 IF(NL,LT,NMIN) GO TO 450
364          NH = NBA2
365          IF(NL,LT,NBA2) NH=NL
366          DO 440 L=NMIN,NH,INTB
367          T(L) = T(L-INTB)+SLOPE*XDR
368          IF(NH,EQ,NBA2) GO TO 480
369          NMIN = NH+INTB
370          450 NA = NL

```

ISN	ST-NO	SOURCE PROGRAM (DIFFUS)	SEQUENCE
370		NL = NL+64	
371		IF(NL=NOXID2)455,455,460	
372	455	SLOPE = (T(NA)-T(NL))/(R(NA)-R(NL))	
373		GO TO 435	
374	460	SLOPE = (T(NA)-TOXID(2))/(R(NA)-ROXID(2))	
375		GO TO 435	
376	480	NA = NMAX	
377		NL = NMAX+INTB	
378		DO 490 L=NL,NH,INTB	
379		MGES = MGES+1	
380		NC(MGES) = L	
381		OVER(MGES) = (R(L)+XDR2)/XDR+DIFCON(T(NA),T(L),C(NA),C(L),5)	
382		OCAP(MGES) = R(L)*XDR	
383		NAML	
384	490	CONTINUE	
385		OCAP(MGES) = 0,5*OCAP(MGES)	
386	500	IF(HDIFF(2),EQ,0,) GO TO 1000	
387		TALFA(2) = T(1)	
388		RMEAN = .5*(R(NBA2)+RALFA(2))	
389		RDIF = R(NBA2)-RALFA(2)	
390		IF(NLUMB,EQ,0) TALFA(2)=T(NBA2)-SLOPE*RDIF	
391		MGES = MGES+1	
392		MAB(2) = MGES	
393		NC(MGES) = NALFA2	
394		OVER(MGES) = RMEAN/RDIF+DIFCON(T(NBA2),TALFA(2),C(NBA2),CBA(2),3)	
395		OCAPBA(2) = RMEAN*RDIF	
396	510	INT = INTOX1(2)	
397		XINT = INT	
398		XDR = DR*XINT	
399		XDR2 = .5*XDR	
400		IF(NLUMB)513,513,511	
401	511	DO 512 L=NAB2,MFINE,INT	
402	512	T(L) = T(1)	
403		GO TO 530	
404	513	NA=(NALFA2-1)/64*64+1	
405		NL=NA+64	
406		IF(NL=NOXID2)515,515,520	
407	515	SLOPE=(T(NA)-T(NL))/(R(NA)-R(NL))	
408		GO TO 525	
409	520	SLOPE=(T(NA)-TOXID(2))/(R(NA)-ROXID(2))	
410	525	T(NAB2)=TALFA(2)-SLOPE*(RALFA(2)-R(NAB2))	
411	530	MGES=MGES+1	
412		NC(MGES)=NAB2	
413		RMEAN=.5*(RALFA(2)+R(NAB2))	
414		RDIF=R(NAB2)-RALFA(2)	
415		OVER(MGES)=RMEAN/RDIF+DIFCON(TALFA(2),T(NAB2),CAB(2),C(NAB2),2)	
416		OCAP(MGES)=XDR2*R(NAB2)	
417		OCAPAB(2)=RMEAN*RDIF	
418		OCAP(MAB(2))=OCAPAB(2)+OCAPBA(2)	
419		NMIN=NAB2+INT	
420		IF(NLUMB)537,537,535	
421	535	DO 536 L=NMIN,NAO2,INT	
422	536	T(L)=T(1)	
423		GO TO 600	
424	537	NH=NAO2	
425	540	NL=NA+64	
426		IF(NL=NOXID2)545,545,550	

ISN	ST-NO	SOURCE PROGRAM (DIFFUS)	SEQUENCE
427	545	SLOPE=(T(NA)-T(NL)) / (R(NA)-R(NL))	
428		GO TO 535	
429	550	SLOPE=(T(NA)-TOXID(2)) / (R(NA)-ROXID(2))	
430	555	NH = NAO2	
431		IF(NL,LT,NAO2) NH=NL	
432		DO 560 L=NMIN,NH,INT	
433	560	T(L)=T(L-INT)-SLOPE*XDR	
434		IF(NH,EQ,NAO2) GO TO 600	
435		NA = NA + 64	
436		NMIN = NH + INT	
437		GO TO 540	
438	600	NA = NAB2	
439		NMIN = NAB2 + INT	
440		DO 610 L=NMIN,NAO2,INT	
441		MGES = MGES + 1	
442		NC(MGES) = L	
443		OVER(MGES) = (R(L)+XDR2)/XDR+DIFCON(T(NA),T(L),C(NA),C(L),2)	
444		OCAP(MGES) = R(L)*XDR	
445		NA = NA + INT	
446	610	CONTINUE	
447		OCAP(MGES) = .5*OCAP(MGES)	
448		RMEAN = .5*(R(NAO2)+ROXID(2))	
449		RDIF = R(NAO2)-ROXID(2)	
450		MGES = MGES + 1	
451		MOA(2) = MGES	
452		NC(MGES) = NOXID2	
453		OCAPAO(2) = RMEAN*RDIF	
454		OVER(MGES) = RMEAN/RDIF+DIFCON(T(NAO2),TOXID(2),C(NAO2),CAO(2),2)	
455		RMEAN = .5*(ROXID(2)+R(NAO2))	
456		RDIF = R(NAO2)-ROXID(2)	
457		OCAPAO(2) = RMEAN*RDIF	
458		OCAP(MOA(2)) = OCAPAO(2) + OCAPOA(2)	
459		IF(NLUMB) 623,623,621	
460	621	DO 622 L=NOA2,MFINE,INT	
461	622	T(L) = T(1)	
462		GO TO 630	
463	623	NMH=(NOXID2-1)/16*16+17	
464		IF(NMH,GT,MFINE) NMH=MFINE	
465		SLOPE=(TOXID(2)-T(NMH))/(ROXID(2)-R(NMH))	
466		T(NAO2)=TOXID(2)-SLOPE*RDIF	
467	630	MGES = MGES + 1	
468		NC(MGES) = NOA2	
469		OVER(MGES) = RMEAN/RDIF+DIFCON(TOXID(2),T(NAO2),COA(2),C(NAO2),1)	
470		OCAP(MGES) = XDR2*(NOA2)	
471		IF(NLUMB,GT,0),OR,(INT,EQ,16)) GO TO 700	
472		NMIN = NOA2 + INT	
473	635	NH = MFINE	
474		IF(NMH,LT,NH) NH=MFINE	
475		DO 640 L=NMIN,NH,INT	
476	640	T(L)=T(L-INT)-SLOPE*XDR	
477		IF(NH,EQ,MFINE) GO TO 700	
478		NML = NMH	
479		NMH = NML + 16	
480		NMIN = NH + INT	
481		GO TO 635	
482	700	NA = NOA2	
483		NL = NA + INT	

```

ISN  ST-NO      SOURCE PROGRAM      ( DIFFUS )      SEQUENCE
484      DO 720 L=NL,MFINE,INT
485      MGES = MGES + 1
486      NC(MGES) =
487      OVER(MGES)=R(L)*XDR2/XDR*DIFCON(T(NA),T(L),C(NA),C(L),1)
488      OCAP(MGES) = R(L)*XDN
489      NA = L
490      720 CONTINUE
491      OCAP(MGES)=.5*OCAP(MGES)
492      1000 IF((RALFA(1)-RALFA(2)),LT,4,*DR) GO TO 6000
493      IF(HDIFF(1),EQ,0.) GO TO 1310
494      IF(CBA(1),LT,C(NBA1)) OVER(MAB(1)+1)=0,0
495      STOROA(1)=.5*(C(NOA1) )+COA(1)*OCAPOA(1)+
1          .5*(C(NOA1) )+CAO(1)*OCAPAO(1)+
496      STDRAB(1)=.5*(C(NAB1) )+CAB(1)*OCAPAB(1)+
1          .5*(C(NAB1) )+CBA(1)*OCAPBA(1)
497      STORUA(1)=STOROA(1)+(OVER(MOA(1))*C(NOA1) )-COA(1)
1          =OVER(MOA(1)+1)*C(CAO(1)+C(NOA1) ))*DTDIFF
498      STORAB(1)=STORAB(1)+(OVER(MAB(1))*C(NAB1) )-CAB(1)
1          =OVER(MAB(1)+1)*C(CBA(1)+C(NAB1) ))*DTDIFF
499      C(NC(MOA(1))) = COA(1)
500      C(NC(MAB(1))) = CAB(1)
501      1310 IF(HDIFF(2),EQ,0.) GO TO 1315
502      IF(CBA(2),LT,C(NBA2) ) OVER(MAB(2))=0,0
503      STOROA(2)=.5*(C(NOA2) )+COA(2)*OCAPOA(2)+
1          .5*(C(NOA2) )+CAO(2)*OCAPAO(2)+
504      STDRAB(2)=.5*(C(NAB2) )+CAB(2)*OCAPAB(2)+
1          .5*(C(NAB2) )+CBA(2)*OCAPBA(2)
505      STORUA(2)=STOROA(2)-(OVER(MOA(2))*C(NOA2)-C(NOA2))
1          =OVER(MOA(2)+1)*C(CAO(2)+C(NOA2) ))*DTDIFF
506      STORAB(2)=STORAB(2)-(OVER(MAB(2))*C(NBA2)-C(NBA2))
1          =OVER(MAB(2)+1)*C(CBA(2)+C(NBA2) ))*DTDIFF
507      C(NC(MAB(2))) = CAB(2)
508      C(NC(MOA(2))) = COA(2)
509      1315 IF(NSTART-NE,1) GO TO 5000
510      CALL INTDIF
C      IN THIS SUBROUTINE THE CONCENTRATION INTEGRATION IS PERFORMED
511      IF(HDIFF(1),EQ,0.) GO TO 2100
512      CALL INTFAC(TOXID(1),COA(1),CAO(1),1)
513      OCAPAO(1)=(OCAP(MOA(1))*C(NOA1)+COA(1))-2.*STOROA(1)/
1      (C(NOA1)+COA(1)-C(NOA1)-CAO(1))
514      OCAPOA(1)=OCAP(MOA(1))-OCAPAO(1)
515      CABOLD=CAB(1)
516      CALL INTFAC(TALFA(1),CAB(1),CBA(1)+2)
517      IF(CBA(1),LT,C(NBA1) ) CBA(1) = (1,-CEB)*CBA(1) + CEB*C(NBA1)
518      IF(CAB(1),GE,CABOLD) GO TO 1325
519      CEBAB = CAB(1)
520      DRALPH=R(NAB1)-RALFA(1)
521      CAB(1) = FCALP(CABOLD,C(NAB1),CBA(1),CEBAB,DTDIFF,DRALPH)
522      1325 CONTINUE
523      OCAPBA(1)=(OCAP(MAB(1))*C(NAB1) )+CAB(1)-2.*STORAB(1)/
1      (C(NAB1)+CAB(1)-C(NAB1)-CBA(1))
524      IF((OCAPBA(1),GT,0.) .AND. (OCAPBA(1),LT,OCAP(MAB(1)))) GO TO 1400
525      CALL OUTPUT
526      OCAPBA(1)=0,5*OCAP(MAB(1))
527      WRITE(6,1399)
528      1399 FORMAT(1H ,30HALPHA/BETA INTERFACE FIXED )
529      1400 OCAPAB(1) = OCAP(MAB(1))-OCAPBA(1)
    
```

```

ISN  ST-NO      SOURCE PROGRAM      ( DIFFUS )      SEQUENCE
530      ROXID(1)=R(NAO1)+2.*OCAPAO(1)/(ROXID(1)+R(NAO1))
531      RALFA(1)=R(NBA1)+2.*OCAPBA(1)/(RALFA(1)+R(NBA1))
532      DOXID(1)=R(1)-ROXID(1)
533      DALFA(1)=R(1)-RALFA(1)
534      GAIN(1)=GAIN(1)+OXIGFL(1)*DTDIFF
535      OXIGFL(1)=OVER(2)*C(L1)-C(NC(2))/R(1)
536      IF(OXIGFL(1),LE,0.) OXIGFL(1)=HDIFF(1)
537      2100 IF(HDIFF(2),EQ,0.) GO TO 2500
538      CALL INTFAC(TOXID(2),COA(2),CAO(2),1)
539      OCAPAO(2)=(OCAP(MOA(2))*C(NOA2) )+COA(2))-2.*STOROA(2)/
1      (C(NOA2) )+COA(2)-C(NOA2) )-CAO(2))
540      OCAPOA(2)=OCAP(MOA(2))-OCAPAO(2)
541      CABOLD=CAB(2)
542      CALL INTFAC(TALFA(2),CAB(2),CBA(2)+2)
543      IF(CBA(2),LT,C(NBA2) ) CBA(2) = (1,-CEB)*CBA(2) + CEB*C(NBA2)
544      IF(CAB(2),GE,CABOLD) GO TO 2130
545      CEBAB = CAB(2)
546      DRALPH=R(NAB2)-R(NAB1)
547      CAB(2) = FCALP(CABOLD,C(NAB2),CBA(2),CEBAB,DTDIFF,DRALPH)
548      2130 CONTINUE
549      OCAPBA(2)=(OCAP(MAB(2))*C(NAB2) )+CAB(2)-2.*STORAB(2)/
1      (C(NAB2) )+CAB(2)-C(NAB2) )-CBA(2))
550      IF((OCAPBA(2),GT,0.) .AND. (OCAPBA(2),LT,OCAP(MAB(2)))) GO TO 2400
551      OCAPBA(2)=0,5*OCAP(MAB(2))
552      WRITE(6,1399)
553      2400 OCAPAB(2)=OCAP(MAB(2))-OCAPBA(2)
554      ROXID(2)=R(NAO2)-2.*OCAPAO(2)/(ROXID(2)+R(NAO2))
555      RALFA(2)=R(NBA2)-2.*OCAPBA(2)/(RALFA(2)+R(NBA2))
556      DOXID(2)=ROXID(2)-R(MFINE)
557      DALFA(2)=RALFA(2)-R(MFINE)
558      GAIN(2)=GAIN(2)+OXIGFL(2)*DTDIFF
559      OXIGFL(2)=OVER(MGES)*C(MFINE)-C(NC(MFINE-1))/R(MFINE)
560      IF(OXIGFL(2),LE,0.) OXIGFL(2)=HDIFF(2)
561      2500 CONTINUE
562      NSTART = 1
563      RETURN
564      6000 WRITE(6,6001)
565      6001 FORMAT(1H ,40HBETA-ZIRCALOY LESS THAN ,0005 CM THICK )
566      CALL OUTPUT
567      TIME = TMAX
568      RETURN
569      END
    
```


ISN	ST-NO	SOURCE PROGRAM	SEQUENCE
1		SUBROUTINE INTDIF	INT00010
2	C	IN INTDIF THE CONCENTRATIONS INTEGRATION IS PERFORMED	INT00020
3		COMMON/GEOMET / R(1000),ROXID(2),RALFA(2),WALL,DOXID(2),DALFA(2),DRINT	INT00030
4		COMMON/TEMP / T(1000),TOXID(2),TALFA(2),TSTART,TSTEAM(2),TWALL(2)	INT00040
5		1,TSURF(2)	INT00050
6		COMMON/TEMPIM / TCOOL(100,2),ZTCOOL(100,2),TRAD(100,2),ZTRAD(100,2)	INT00060
7		COMMON/HEAT / HYER(100),HCOOL(2),ERADIA(2),HEATFL(2),QF[XED(2),	INT00070
8		1 QSP[17,HCAP(100),HSTEAM(2),HRADIA(2)	INT00080
9		2 QSURF(2),QCON(2),QRAD(2),QREACT(2)	INT00090
10		COMMON/HEADLN / NTITLE(20)	INT00100
11		COMMON/CONCEN / C(1000),COXID(2),COXAL(2),CALBET(2),CBETA(2),	INT00110
12		1 OXIGFL(2),HDIFF(2),CSTART,GAIN(2)	INT00120
13		2 OCAP(500),OVER(500),ODTMAX(500)	INT00130
14		3 COA(2),CAO(2),CAB(2),CBA(2)	INT00140
15		4 OCAPOA(2),OCAPAO(2),OCAPAB(2),OCAPBA(2)	INT00150
16		COMMON/ZEIT / TIME,TMAX,DTTEMP,DTDIFF,DTPRIN,DTMAX(100)	INT00160
17		1 MTEMP,HDIFF,MPRINT	INT00170
18		COMMON/MESH / MGRASS,MFINE,NOXID(2),MOXI(2)	INT00180
19		1 NLUMB,NSTART,NALFA(2)	INT00190
20		COMMON/MESHTE / NTCOOL(2),NTWALL(2),KTWALL(2),NGES	INT00200
21		COMMON/MESHCO / NC(500),NBAKER,MGES,MOA(2),MAB(2)	INT00210
22		1 NOA(2),NAO(2),NAB(2),NBA(2),INTOX(2),INTB	INT00220
23		2 NOA1,NAO1,NAB1,NBA1,NOXID1,NALFA1	INT00230
24		3 NOA2,NAO2,NAB2,NBA2,NOXID2,NALFA2	INT00240
25		COMMON/MATPRO / DENZIR,DENZRO,OSTOCH,OXICON,DENRAT,FICFAC,OXHEAT	INT00250
26		COMMON/PROFIL / CO(500),X(500),OLAYER(2),ALAYER(2),BLAYER,OOXID(2),	INT00260
27		1 OALFA(2),OGAIN(2),OBETA,OTOTAL,OBETAS,STEMP,	INT00270
28		2 M1,M2,M3,M4,M5,NUMBER,NSCALE	INT00280
29		COMMON/HINPUT / HDIFFIN(100,2),TJMDIF(100,2),HCOEFF(100,2),	INT00290
30		1 TCOEFF(100,2),HRADCO(100,2),TRADCO(100,2),	INT00300
31		2 QFLUX(100,2),TQFLUX(100,2),TIMSTP(100),DTNEW(100)	INT00310
32		3 KDIFFIN(2),NDIFFIN(2),KQFLUX(2),NQFLUX(2),	INT00320
33		4 KCOEFF(2),NCOEFF(2),KRADCO(2),NRADCO(2),NSTEP	INT00330
34		15 DIMENSION CN(1000)	INT00340
35		16 DTM=DTDIFF	INT00350
36		17 IF(HDIFF(1),GT,0.) GO TO 1100	INT00360
37		18 ML=1	INT00370
38		19 OVER(1)=0,	INT00380
39		20 GO TO 1200	INT00390
40		21 1100 ML=2	INT00400
41		22 MH=MOA(1)-1	INT00410
42		23 DO 1150 L=ML,MH	INT00420
43		24 ODTMAX(L)=OCAP(L)/(COVER(L)+OVER(L+1))	INT00430
44		25 IF(ODTMAX(L),LT,DTM) DTM=ODTMAX(L)	INT00440
45		26 1150 CONTINUE	INT00450
46		27 IF(ML,GT,2) GO TO 1160	INT00460
47		28 ML=MOA(1)+1	INT00470
48		29 MH=MAB(1)-1	INT00480
49		30 GO TO 1110	INT00490
50		31 1160 ML=MAB(1)+1	INT00500
51		32 IF(HDIFF(2),GT,0.) GO TO 1200	INT00510
52		33 IF(MH,EG,MGES) GO TO 1300	INT00520
53		34 OVER(MGES+1)=0,	INT00530
54		35 MH=MGES	INT00540
55		36 GO TO 1110	INT00550
56		37 1200 MH=MAB(2)-1	INT00560
57		38 1210 DO 1250 L=ML,MH	INT00570

ISN	ST-NO	SOURCE PROGRAM (INTDIF)	SEQUENCE
58		ODTMAX(L)=OCAP(L)/(COVER(L)+OVER(L+1))	INT00580
59		IF(ODTMAX(L),LT,DTM) DTM=ODTMAX(L)	INT00590
60		CONTINUE	INT00600
61	1250	IF(MH,EG,MGES=1) GO TO 1300	INT00610
62		IF(MH,EG,MOA(2)=1) GO TO 1260	INT00620
63		ML=MAB(2)+1	INT00630
64		MH=MOA(2)-1	INT00640
65		GO TO 1210	INT00650
66		1260 ML=MOA(2)+1	INT00660
67		MH=MGES-1	INT00670
68		GO TO 1210	INT00680
69		1300 IF(DTM,NE,DTDIFF) GO TO 1320	INT00690
70		NMAX=1	INT00700
71		GO TO 1350	INT00710
72		1320 DTM=0,9*DTM	INT00720
73		NMAX=DTDIFF/DTM+1,	INT00730
74		XMAX=NMAX	INT00740
75		DTM=DTDIFF/XMAX	INT00750
76		IF(DTM,GT,0.) GO TO 1350	INT00760
77		WRITE(6,1234)	INT00770
78		1234 FORMAT(1H0,30H TIME STEP 0)	INT00780
79		WRITE(6,5151) MOA(1),MAB(1),MAB(2),MOA(2),NOA1,NAB1,NBA1,	INT00790
80		1 NBA2,NAB2,NAO2,NOA2,MGES, (NC(L),L=1,MGES)	INT00800
81		5151 FORMAT(1H ,20I5)	INT00810
82		WRITE(6,5252) (OVER(L),L=1,MGES), (OCAP(L),L=1,MGES), (C(NC(L)),L=1	INT00820
83		1,MGES), (ODTMAX(L),L=1,MGES)	INT00830
84		5252 FORMAT(1H ,10E13,5)	INT00840
85		TMAX=TIME	INT00850
86		RETURN	INT00860
87		1350 IF(HDIFF(1),EG,0.) GO TO 1370	INT00870
88		C(1)=C(NC(2))+HDIFF(1)*R(1)/OVER(2)	INT00880
89		IF(C(1),GT,OXICON) C(1)=OXICON	INT00890
90		OXIGFL(1)=(C(1)-C(NC(2)))*OVER(2)/R(1)	INT00900
91		OA1=(C(NOA1)-COA(1))*OVER(MOA(1))	INT00910
92		AO1=(CAO(1)-C(NAO1))*OVER(MOA(1)+1)	INT00920
93		AB1=(C(NAB1)-CAB(1))*OVER(MAB(1))	INT00930
94		BA1=(C(NBA1)-C(NBA1))*OVER(MAB(1)+1)	INT00940
95		1370 IF(HDIFF(2),EG,0.) GO TO 1390	INT00950
96		C(MFINE)=C(NC(MH))+HDIFF(2)*R(MFINE)/OVER(MGES)	INT00960
97		IF(C(MFINE),GT,OXICON) C(MFINE)=OXICON	INT00970
98		OXIGFL(2)=(C(MFINE)-C(NC(MGES-1)))*OVER(MGES)/R(MFINE)	INT00980
99		OA2=(C(NOA2)-COA(2))*OVER(MOA(2)+1)	INT00990
100		AO2=(CAO(2)-C(NAO2))*OVER(MOA(2))	INT01000
101		AB2=(C(NAB2)-CAB(2))*OVER(MAB(2)+1)	INT01010
102		BA2=(C(NBA2)-C(NBA2))*OVER(MAB(2))	INT01020
103		1390 DO 2000 K=1,NMAX	INT01030
104		IF(HDIFF(1),GT,0.) GO TO 1400	INT01040
105		ML=2	INT01050
106		CN(1)=C(1)+OVER(2)*(C(NC(2))-C(1))*DTM/OCAP(1)	INT01060
107		GO TO 1500	INT01070
108		1400 ML=2	INT01080
109		MH=MOA(1)-2	INT01090
110		CN(NOA1)=C(NOA1)+OVER(MOA(1)-1)*(C(NC(MOA(1)-2))-C(NOA1))-OA1	INT01100
111		1 *DTM/OCAP(MOA(1)-1)	INT01110
112		1410 IF(ML,GT,MH) GO TO 1451	INT01120
113		DO 1450 L=ML,MH	INT01130
114		N=NC(L)	INT01140

ISN	ST-NO	SOURCE PROGRAM (INTDIF)	SEQUENCE
93		CN(N)=C(N)+(OVER(L)*C(CNC(L-1))-C(N))	INT01150
	1	+OVER(L+1)*C(CNC(L+1))-C(N))*DTM/OCAP(L)	INT01160
94	1450	CONTINUE	INT01170
95	1451	CONTINUE	INT01180
96		IF(ML.GT.2) GO TO 1460	INT01190
97		ML=MOA(1)+2	INT01200
98		MH=MAB(1)-2	INT01210
99		CN(NA01)=C(NA01)+(A01=OVER(MOA(1)+2)*C(C(NA01)-C(NC(MOA(1)+2))))	INT01220
	1	*DTM/OCAP(MOA(1)+1)	INT01230
100		CN(NAB1)=C(NAB1)+(OVER(MAB(1)-1)*C(C(NC(MAB(1)-2))-C(NAB1))-AB1)	INT01240
	1	*DTM/OCAP(MAB(1)-1)	INT01250
101		GO TO 1410	INT01260
102	1460	ML=MAB(1)+2	INT01270
103		CN(NBA1)=C(NBA1)+(BA1=OVER(MAB(1)+2)*C(C(NBA1)-C(NC(MAB(1)+2))))	INT01280
	1	*DTM/OCAP(MAB(1)+1)	INT01290
104		IF(HDIFF(2),GT.0.) GO TO 1500	INT01300
105		IF(MH.E0.MGES) GO TO 1600	INT01310
106		MH=MGES	INT01320
107		OVER(MGES+1)=0.	INT01330
108		NC(MGES+1) = 1	INT01340
109		GO TO 1410	INT01350
110	1500	MH=MAB(2)-2	INT01360
111		CN(NBA2)=C(NBA2)+(BA2=OVER(MAB(2)-1)*C(C(NBA2)-C(NC(MAB(2)-2))))	INT01370
	1	*DTM/OCAP(MAB(2)-1)	INT01380
112	1510	IF(ML.GT.MH) GO TO 1555	INT01390
113		DO 1550 L=ML,MH	INT01400
114		N=NC(L)	INT01410
115		CN(N)=C(N)+(OVER(L)*C(CNC(L-1))-C(N))	INT01420
	1	+OVER(L+1)*C(CNC(L+1))-C(N))*DTM/OCAP(L)	INT01430
116	1550	CONTINUE	INT01440
117		IF(MH.E0.MGES-1) GO TO 1600	INT01450
118		IF(MH.E0.MOA(2)-2) GO TO 1560	INT01460
119		ML=MAB(2)+2	INT01470
120		MH=MAB(2)-2	INT01480
121		CN(NAB2)=C(NAB2)+(OVER(MAB(2)+2)*C(C(NC(MAB(2)+2))-C(NAB2))-AB2)	INT01490
	1	*DTM/OCAP(MAB(2)+1)	INT01500
122		CN(NA02)=C(NA02)+(A02=OVER(MOA(2)-1)*C(C(NA02)-C(NC(MOA(2)-2))))	INT01510
	1	*DTM/OCAP(MOA(2)-1)	INT01520
123		GO TO 1510	INT01530
124	1560	ML=MOA(2)+2	INT01540
125		MH=MGES-1	INT01550
126		CN(NOA2)=C(NOA2)+(OVER(MOA(2)+2)*C(C(NC(MOA(2)+2))-C(NOA2))-OA2)	INT01560
	1	*DTM/OCAP(MOA(2)+1)	INT01570
127		GO TO 1510	INT01580
128	1600	ML=1	INT01590
129		MH=MGES	INT01600
130		IF(HDIFF(1),NE.0) ML=2	INT01610
131		IF(HDIFF(2),NE.0) MH=MGES-1	INT01620
132		DO 1700 L=ML,MH	INT01630
133		N=NC(L)	INT01640
134		C(N)=C(N)	INT01650
135	1700	CONTINUE	INT01660
136	2000	CONTINUE	INT01670
137		RETURN	INT01680
138		END	INT01690

ISN	ST-NO	SOURCE PROGRAM	SEQUENCE
1		SUBROUTINE MESHGE	MES00010
	C	MESHGE DETERMINES MESH SIZE AND INTERPOLATES IF THERE IS A CHANGE	MES00020
	C	IN MESH SIZE	MES00030
2		COMMON/GEOMET/ R(1000),ROXID(2),RALFA(2),WALL,DOXID(2),DALFA(2),DRMES00040	
3		COMMON/TEMP / T(1000),TOXID(2),TALFA(2),TSTART,TSTEAM(2),TWALL(2)MES00050	
	1	TSURF(2)	MES00060
4		COMMON/TEMTM/ TCOOL(100,2),ZTCOOL(100,2),TRAD(100,2),ZTRAD(100,2)MES00070	
5		COMMON/HEAT / HVER(100),HCOOL(2),ERADIA(2),HEATFL(2),QFIXED(2),MES00080	
	1	QSPLIT,HCAP(100),HSTEAM(2),HRADIA(2)	MES00090
	2	TSURF(2),QCON(2),QGRAD(2),QREACT(2)	MES00100
6		COMMON/HEADLN/ NTITLE(20)	MES00110
7		COMMON/CONCEN/ C(1000),COXID(2),COXAL(2),CALBET(2),CBETA(2),MES00120	
	1	OXIGFL(2),HDIFF(2),CSTART,GAIN(2)	MES00130
	2	OCAP(500),OVER(500),ODTMAX(500)	MES00140
	3	COA(2),CAO(2),CAB(2),CBA(2)	MES00150
	4	OCAPOA(2),OCAPAO(2),OCAPAB(2),OCAPBA(2)	MES00160
8		COMMON/ZEIT / TIME,TMAX,DTTEMP,DTDIFF,DTPRIN,DTMAX(100)	MES00170
	1	MTEMP,MDIFF,MPRINT	MES00180
9		COMMON/MESH /MGROSS,MFINE,NOXID(2),MOXI(2)	MES00190
	1	NLUMB,NSTART,NALFA(2)	MES00200
10		COMMON/MESHT/NT(100),NTCOOL(2),NTWALL(2),KTCOOL(2),KTWALL(2),NGESMES00210	
11		COMMON/MESHCO/NC(500),NBAKER,MGES,MOA(2),MAB(2)	MES00220
	1	NOA(2),NAO(2),NAB(2),NBA(2),NBA(2),INTOXI(2),INTB	MES00230
	2	NOA1,NAO1,NAB1,NBA1,NOXID1,NALFA1	MES00240
	3	NOA2,NAO2,NAB2,NBA2,NOXID2,NALFA2	MES00250
12		COMMON/MATPHO/ DENZIR,DENZRO,OSTOCH,OXICON,DENRAT,FICFAC,OXHEAT MES00260	
13		COMMON/PROFIL/ CO(500),X(500),OLAYER(2),LALAYER(2),BLAYER,DOXID(2),MES00270	
	1	DALFA(2),OGAIN(2),OBETA,OTOTAL,OBETAS,STEMP,	MES00280
	2	M1,M2,M3,M4,M5,NUMBER,NSCALE	MES00290
14		COMMON/HINPUT/ HDIFIN(100,2),TIMDIF(100,2),HCoeff(100,2),MES00300	
	1	TCoeff(100,2),HRADCO(100,2),TRADCO(100,2),	MES00310
	2	QFLUX(100,2),TQFLUX(100,2),TIMSTP(100),DTNEW(100),MES00320	
	3	KDIFIN(2),NDIFIN(2),KQFLUX(2),NQFLUX(2),	MES00330
	4	KCOEFF(2),NCOEFF(2),KRADCO(2),NRADCO(2),NSTEP	MES00340
15		DO 190 K=1,2	MES00350
16		IF(HDIFF(K),EQ.0.) GO TO 190	MES00360
17		IF(NSTART.EQ.1) INT=INTOXI(K)	MES00370
18		NOXID(K)=DOXID(K)/DR+1	MES00380
19		NALFA(K)=DALFA(K)/DR+5	MES00390
20		JALFA=NALFA(K)-NOXID(K)	MES00400
21		IF(JALFA/2.GT.NOXID(K)) JALFA=NOXID(K)+2+1	MES00410
22		IF(JALFA.GT.8) GO TO 60	MES00420
23		INTOXI(K)=1	MES00430
24		NOA(K)=NOXID(K)-1	MES00440
25		NAO(K)=NOXID(K)+1	MES00450
26		NAB(K)=NALFA(K)-1	MES00460
27		NBA(K)=(NALFA(K)/2+1)*2	MES00470
28		GO TO 100	MES00480
29	60	IF(JALFA.GT.16) GO TO 70	MES00490
30		INTOXI(K)=2	MES00500
31		NOA(K)=(NOXID(K)-1)/2+2	MES00510
32		NAO(K)=(NOXID(K)+2)/2+2	MES00520
33		NAB(K)=(NALFA(K)-1)/2+2	MES00530
34		NBA(K)=(NALFA(K)+5)/4+4	MES00540
35		GO TO 100	MES00550
36	70	IF(JALFA.GT.32) GO TO 80	MES00560
37		INTOXI(K)=4	MES00570

ISN	ST-NO	SOURCE PROGRAM (MESHGE)	SEQUENCE
38		NOA(K)=(NOXID(K)-2)/4**4	MES00580
39		NAO(K)=(NOXID(K)+5)/4**4	MES00590
40		NAB(K)=(NALFA(K)-2)/4**4	MES00600
41		NBA(K)=(NALFA(K)+11)/8**8	MES00610
42		GO TO 100	MES00620
43	80	IF(JALFA,GT,64) GO TO 90	MES00630
44		INTOXI(K)=8	MES00640
45		NOA(K)=(NOXID(K)-4)/8**8	MES00650
46		NAO(K)=(NOXID(K)+11)/8**8	MES00660
47		NAB(K)=(NALFA(K)-4)/8**8	MES00670
48		NBA(K)=(NALFA(K)+23)/16**16	MES00680
49		GO TO 100	MES00690
50	90	INTOXI(K)=16	MES00700
51		NOA(K)=(NOXID(K)-8)/16**16	MES00710
52		NAO(K)=(NOXID(K)+23)/16**16	MES00720
53		NAB(K)=(NALFA(K)-8)/16**16	MES00730
54		NBA(K)=(NALFA(K)+47)/32**32	MES00740
55	100	IF(CHDIFF(1)*HDIFF(2),GT,0.)AND.(K,EQ,2)) GO TO 101	MES00750
56		INTB=2 *INTOXI(K)	MES00760
57		GO TO 104	MES00770
58	101	IF(INTOXI(2),LT,INTOXI(1)) INTB=2*INTOXI(2)	MES00780
59	104	IF(NSTART,NE,1) GO TO 190	MES00790
60		IF(INTOXI(K)-INT) 600,190,500	MES00800
61	500	IF((NBA2-NBA1),LE,(40*INT)) GO TO 190	MES00810
62		IF(HDIFF(1),EQ,0.) GO TO 550	MES00820
63		NL=NBA1+18*INT	MES00830
64		MH=(NL-1+64)/64**64+1	MES00840
65		LH=MFINE	MES00850
66		IF(HDIFF(2),GT,0.) LH=NBA2-18*INT	MES00860
67		IF(MH,GT,LH) MH=LH	MES00870
68		SLOPE=(C(NL)-C(MH))/(R(NL)-R(MH))	MES00880
69		ML=(NL-1+INTB)/INTB+INTB+1	MES00890
70		IF(ML,EQ,NL) ML=ML+INTB	MES00900
71	505	MH=ML-INTB	MES00910
72		DO 510 L=ML,MH,INTB	MES00920
73	510	C(L)=C(NL)-SLOPE*(R(NL)-R(L))	MES00930
74		IF(MH+INTB,EQ,LH) GO TO 190	MES00940
75		NL=MH+INTB	MES00950
76	520	MH=NL+64	MES00960
77		IF(MH,GT,LH) MH=LH	MES00970
78		SLOPE=(C(NL)-C(MH))/(R(NL)-R(MH))	MES00980
79		ML=NL+INTB	MES00990
80		GO TO 505	MES01000
81	550	LH=NBA2-18*INT	MES01010
82		LL=NBA2-10*INTB	MES01020
83		NL=(LL-1)/64**64+1	MES01030
84		IF(NL,LT,1) NL=1	MES01040
85		GO TO 520	MES01050
86	600	INT=INTOXI(K)	MES01060
87		INT2=INT/2	MES01070
88		IF(K,EQ,2) GO TO 150	MES01080
89		IF(INT,GT,1) GO TO 105	MES01090
90		NL=2	MES01100
91		NH=NC(MOA(1))-1-1	MES01110
92		DO 102 L=NL,NH,2	MES01120
93	102	C(L)=0.5*(C(L-1)+C(L+1))	MES01130
94		NL=NC(MOA(1))+1+1	MES01140

ISN	ST-NO	SOURCE PROGRAM (MESHGE)	SEQUENCE
95		NH=NC(MAB(1))-1-1	MES01150
96		DO 103 L=NL,NH,2	MES01160
97	103	C(L)=0.5*(C(L-1)+C(L+1))	MES01170
98		GO TO 130	MES01180
99	105	NH=NC(MOA(1))-1-INT	MES01190
100		DO 110 L= 1,NH,INT	MES01200
101	110	C(L+INT2)=0.5*(C(L)+C(L+INT))	MES01210
102		NL=NC(MOA(1))+1	MES01220
103		NH=NC(MAB(1))-1-INT	MES01230
104		DO 120 L=NL,NH,INT	MES01240
105	120	C(L+INT2)=0.5*(C(L)+C(L+INT))	MES01250
106	130	IF(CHDIFF(2),GT,0.) GO TO 190	MES01260
107		NL=NC(MAB(1))+1	MES01270
108		NH=MFINE-INTB	MES01280
109		GO TO 159	MES01290
110	150	IF(HDIFF(1),GT,0.) GO TO 151	MES01300
111		NL = 1	MES01310
112		GO TO 155	MES01320
113	151	NL=NC(MAB(1))+1	MES01330
114	155	NH=NC(MAB(2))-1-INTB	MES01340
115	159	DO 160 L=NL,NH,INTB	MES01350
116	160	C(L+INT)=0.5*(C(L)+C(L+INTB))	MES01360
117		IF(K,EQ,1) GO TO 190	MES01370
118		IF(INT,GT,1) GO TO 165	MES01380
119		NL=NC(MAB(2))+1+1	MES01390
120		NH=NC(MOA(2))-1-1	MES01400
121		DO 162 L=NL,NH,2	MES01410
122	162	C(L)=0.5*(C(L-1)+C(L+1))	MES01420
123		NL=NC(MOA(2))+1+1	MES01430
124		NH=MFINE-1	MES01440
125		DO 163 L=NL,NH,2	MES01450
126	163	C(L)=0.5*(C(L-1)+C(L+1))	MES01460
127		GO TO 190	MES01470
128	165	NL=NC(MAB(2))+1	MES01480
129		NH=NC(MOA(2))-1-INT	MES01490
130		DO 170 L=NL,NH,INT	MES01500
131	170	C(L+INT2)=0.5*(C(L)+C(L+INT))	MES01510
132		NL=NC(MOA(2))+1	MES01520
133		NH=MFINE-INT	MES01530
134		DO 180 L=NL,NH,INT	MES01540
135	180	C(L+INT2)=0.5*(C(L)+C(L+INT))	MES01550
136	190	CONTINUE	MES01560
137		IF(CHDIFF(1),EQ,0.) GO TO 300	MES01570
138		IF(NSTART,NE,1) GO TO 280	MES01580
139		INTPOL=INTOXI(1)	MES01590
140		IF(INTPOL,GT,1) INTPOL=INTPOL/2	MES01600
141		NP=NO1	MES01610
142		NA=NP+INTPOL	MES01620
143	210	IF(R(NA),LT,ROXID(1)) GO TO 220	MES01630
144		C(NA)=C(NP)-(R(NP)-R(NA))*(C(NP)-COA(1))/(R(NP)-ROXID(1))	MES01640
145		NA=NA+INTPOL	MES01650
146		GO TO 210	MES01660
147	220	NP=NA01	MES01670
148		NA=NP+INTPOL	MES01680
149	230	IF(R(NA),GT,ROXID(1)) GO TO 240	MES01690
150		C(NA)=CAO(1)-(ROXID(1)-R(NA))*(CAO(1)-C(NP))/(ROXID(1)-R(NP))	MES01700
151		NA=NA+INTPOL	MES01710

ISN	ST-NO	SOURCE PROGRAM (MESHGE)	SEQUENCE
152		GO TO 230	MES01720
153	240	NP=NAB1	MES01730
154		NA=NP+INTPOL	MES01740
155	250	IF(R(NA),LT,RALFA(1)) GO TO 260	MES01750
156		C(NA)=C(NP)-(R(NP)-R(NA))*(C(NP)-CAB(1))/(R(NP)-RALFA(1))	MES01760
157		NA=NA+INTPOL	MES01770
158		GO TO 250	MES01780
159	260	NP=NBA1	MES01790
160		NA=NP-INTOXI(1)	MES01800
161	270	IF(R(NA),GT,RALFA(1)) GO TO 280	MES01810
162		C(NA)=CBA(1)-(R(NA)-R(NP))*(CBA(1)-C(NP))/(RALFA(1)-R(NP))	MES01820
163		NA=NA-INTOXI(1)	MES01830
164		GO TO 270	MES01840
165	280	NOXID1=NOXID(1)+1	MES01850
166		NALFA1=NALFA(1)+1	MES01860
167		NOA1=NOA(1)+1	MES01870
168		NAO1=NAO(1)+1	MES01880
169		NAB1=NAB(1)+1	MES01890
170		NBA1=NBA(1)+1	MES01900
171		IF(NDIFF(2),EQ,0.) GO TO 300	MES01910
172	300	IF(NSTART,NE,1) GO TO 380	MES01920
173		INTPOL=INTOXI(2)	MES01930
174		IF(INTPOL,GT,1) INTPOL=INTPOL/2	MES01940
175		NP=NOA2	MES01950
176		NA=NP-INTPOL	MES01960
177	310	IF(R(NA),GT,ROXID(2)) GO TO 320	MES01970
178		C(NA)=C(NP)-(R(NA)-R(NP))*(C(NP)-COA(2))/(ROXID(2)-R(NP))	MES01980
179		NA=NA-INTPOL	MES01990
180		GO TO 310	MES02000
181	320	NP=NAO2	MES02010
182		NA=NP+INTPOL	MES02020
183	330	IF(R(NA),LT,ROXID(2)) GO TO 340	MES02030
184		C(NA)=CAO(2)-(R(NA)-ROXID(2))*(CAO(2)-C(NP))/(ROXID(2)-R(NP))	MES02040
185		NA=NA+INTPOL	MES02050
186		GO TO 330	MES02060
187	340	NP=NAB2	MES02070
188		NA=NP-INTPOL	MES02080
189	350	IF(R(NA),GT,RALFA(2)) GO TO 360	MES02090
190		C(NA)=C(NP)-(R(NA)-R(NP))*(C(NP)-CAB(2))/(RALFA(2)-R(NP))	MES02100
191		NA=NA-INTPOL	MES02110
192		GO TO 350	MES02120
193	360	NP=NBA2	MES02130
194		NA=NP+INTOXI(2)	MES02140
195	370	IF(R(NA),LT,RALFA(2)) GO TO 380	MES02150
196		C(NA)=CBA(1)-(R(NA)-RALFA(2))*(CBA(2)-C(NP))/(RALFA(2)-R(NP))	MES02160
197		NA=NA+INTOXI(2)	MES02170
198		GO TO 370	MES02180
199	380	NOXID2=MFINE-NOXID(2)	MES02190
200		NALFA2=MFINE-NALFA(2)	MES02200
201		NOA2=MFINE-NOA(2)	MES02210
202		NAO2=MFINE-NAO(2)	MES02220
203		NAB2=MFINE-NAB(2)	MES02230
204		NBA2=MFINE-NBA(2)	MES02240
205	400	RETURN	MES02250
206		END	MES02260

ISN	ST-NO	SOURCE PROGRAM	SEQUENCE
1		SUBROUTINE TIMDEP(TD,NN)	TIM00010
2		COMMON/TIME/ TCOOL(100,2),ZTCOOL(100,2),TRAD(100,2),ZTRAD(100,2)	TIM00020
3		COMMON/MESHTE/NT(100),NTCOOL(2),NTWALL(2),KTWALL(2),NGEST	TIM00030
4		COMMON/HINPUT/ HUFIN(100,2),TIMDIF(100,2),HCOEFF(100,2),	TIM00040
1		TCOEFF(100,2),HRADCO(100,2),TRADCO(100,2),	TIM00050
2		QFLUX(100,2),TQFLUX(100,2),TIMSTP(100),DTNEW(100),	TIM00060
3		KDIFIN(2),NDIFIN(2),KQFLUX(2),NQFLUX(2),	TIM00070
4		KCOEFF(2),NCOEFF(2),KRADCO(2),NRADCO(2),NSTEP	TIM00080
5		DIMENSION TD(1)	TIM00090
6		I=0	TIM00100
7		DO 3000 K=1,2	TIM00110
8		IF(NDIFIN(K),EQ,0) GO TO 200	TIM00120
9		N=NDIFIN(K)	TIM00130
10		DO 100 L=1,N	TIM00140
11		I=I+1	TIM00150
12	100	TD(I)=TIMDIF(L,K)	TIM00160
13	200	IF(NCOEFF(K),EQ,0) GO TO 400	TIM00170
14		N=NCOEFF(K)	TIM00180
15		DO 300 L=1,N	TIM00190
16		I=I+1	TIM00200
17	300	TD(I)=TCOEFF(L,K)	TIM00210
18	400	IF(NTCOOL(K),EQ,0) GO TO 600	TIM00220
19		N=NTCOOL(K)	TIM00230
20		DO 500 L=1,N	TIM00240
21		I=I+1	TIM00250
22	500	TD(I)=ZTCOOL(L,K)	TIM00260
23	600	IF(NRADCO(K),EQ,0) GO TO 800	TIM00270
24		N=NRADCO(K)	TIM00280
25		DO 700 L=1,N	TIM00290
26		I=I+1	TIM00300
27	700	TD(I)=TRADCO(L,K)	TIM00310
28	800	IF(NTWALL(K),EQ,0) GO TO 1000	TIM00320
29		N=NTWALL(K)	TIM00330
30		DO 900 L=1,N	TIM00340
31		I=I+1	TIM00350
32	900	TD(I)=ZTRAD(L,K)	TIM00360
33	1000	IF(NQFLUX(K),EQ,0) GO TO 1200	TIM00370
34		N=NQFLUX(K)	TIM00380
35		DO 1100 L=1,N	TIM00390
36		I=I+1	TIM00400
37	1100	TD(I)=TQFLUX(L,K)	TIM00410
38	1200	CONTINUE	TIM00420
39	3000	CONTINUE	TIM00430
40		NN=I	TIM00440
41		IF(NN,GT,1) CALL SORTDT(TD,NN+1)	TIM00450
42		RETURN	TIM00460
43		END	TIM00470

ISN	ST-NO	SOURCE PROGRAM	SEQUENCE
1		FUNCTION TIMFUN(I,F,Z,K,TIME)	TIM00010
2		DIMENSION F(100,2),Z(100,2)	TIM00020
3	1	IF(Z(I,K).GT.TIME) GO TO 2	TIM00030
4		I=I+1	TIM00040
5		GO TO 1	TIM00050
6	2	IF(Z(I-1,K).LE.TIME) GO TO 3	TIM00060
7		IF(I.LE.2) GO TO 3	TIM00070
8		I=I-1	TIM00080
9		GO TO 2	TIM00090
10	3	U=(TIME-Z(I-1,K))/(Z(I,K)-Z(I-1,K))	TIM00100
11		TIMFUN=F(I-1,K)+U*(F(I,K)-F(I-1,K))	TIM00110
12		RETURN	TIM00120
13		END	TIM00130

ISN	ST-NO	SOURCE PROGRAM	SEQUENCE
1		SUBROUTINE TIMCK(T,DT,TD,N,TMIN)	TIM00010
2		DIMENSION TD(1)	TIM00020
3		DATA M/1	TIM00030
4		IF(M.GT.N) RETURN	TIM00040
5		IF(T.LE.TMIN) RETURN	TIM00050
6		MM=M	TIM00060
7		DO 300 L=M,N	TIM00070
8		IF(ABS(T-TD(L)).LE.TMIN)	GO TO 200 TIM00080
9		IF(TD(L).LT.T)	GO TO 300 TIM00090
10		IF(T+DT.LT.TD(L))	GO TO 500 TIM00100
11		DT=TD(L)-T-TMIN+.5	TIM00110
12			GO TO 900 TIM00120
13	300	MM=L + 1	TIM00130
14	500	CONTINUE	TIM00140
15			GO TO 900 TIM00150
16	200	CONTINUE	TIM00160
17		IF(DT.GT.TMIN) DT=TMIN	TIM00170
18	900	CONTINUE	TIM00180
19		M=MM	TIM00190
20		RETURN	TIM00200
21		END	TIM00210

ISN	ST-NO	SOURCE PROGRAM	SEQUENCE
1		FUNCTION SPEC(T,K)	SPE00010
2	C	VOL,SPEC,HEAT (WSEC/(CM**3*C))	SPE00020
3		COMMON/MATPRO/ DENZIR,DENZRO,OSTOCH,OXICON,DENRAT,FICFAC	SPE00030
4		TK = T + 273.16	SPE00040
5		IF(TK.GT.2125.) TK=2125.	SPE00050
6		GO TO (1,2),K	SPE00060
7	1	SPEC = 0.549 + TK * 6.7E - 5	SPE00070
8		SPEC = SPEC * DENZHO * FICFAC	SPE00080
9	C	SPEC,/FICFAC = SPEC,HEAT OF ZRO2	SPE00090
10		RETURN	SPE00100
11	2	IF(TK=1000.) 3+.4	SPE00110
12	3	SPEC = .2409 + 1.68E - 4 * TK - 4.36E - 8 * TK ** 2	SPE00120
13	C	SPEC = SPEC,HEAT OF ZIRCALOY	SPE00130
14		GO TO 5	SPE00140
15	4	SPEC = .3653	SPE00150
16		IF((TK,GT.1123.16).AND,(TK,LT.1223.16))	SPE00160
17		1SPEC=.3653+0.6995*SIN(3.14159*(TK-1123.16)/100.)	SPE00170
18	5	SPEC = SPEC * DENZIR	SPE00180
19	C	SPEC = SPEC,HEAT OF ZIRCALOY	SPE00190
20		RETURN	SPE00200
21		END	SPE00210

ISN	ST-NO	SOURCE PROGRAM	SEQUENCE
1		FUNCTION DIFCON(T1,T2,C1,C2,K)	DIF00010
2	C	DIFFUSION CONSTANT (CM**2/SEC)	DIF00020
3	C	T1,T2 = TEMPERATURE	DIF00030
4	C	C1,C2 = CONCENTRATION	DIF00040
5		COMMON/MATPRO/ DENZIR,DENZRO,OSTOCH,OXICON,DENRAT,FICFAC	DIF00050
6		COMMON/DCOEF / DCOEFA(2),DCOEFA(2),DCOEFB(2)	DIF00060
7		DIFC(A1,A2) = A1*EXP(A2/(RTM))	DIF00070
8		TM=0.5*(T1+T2)+273.16	DIF00080
9		IF(TM.GT.2125.) TM=2125.	DIF00090
10		R=1.987	DIF00100
11		RTM = R * TM	DIF00110
12		CM=0.5*(C1+C2)	DIF00120
13		GO TO (1,2,3),K	DIF00130
14	1	CONTINUE	DIF00140
15		DIFCON=DIFC(DCOEFA(1),DCOEFA(2))	DIF00150
16		DIFCON=DIFCON/FICFAC**2	DIF00160
17	C	DIFCON=FICFAC**2 = DIF.CONST.OF ZRO2	DIF00170
18		RETURN	DIF00180
19	2	CONTINUE	DIF00190
20		DIFCON=DIFC(DCOEFA(1),DCOEFA(2))	DIF00200
21	C	DIFCON = DIF.CONST.OF ALPHA ZIRCALOY	DIF00210
22		RETURN	DIF00220
23	3	CONTINUE	DIF00230
24		DIFCON=DIFC(DCOEFB(1),DCOEFB(2))	DIF00240
25		DIFCON=DIFCON*FACT(T1,T2,C1,C2)	DIF00250
26	C	DIFCON = DIF.CONST.OF BETA ZIRCALOY	DIF00260
27		RETURN	DIF00270
28		END	DIF00280

ISN	ST-NO	SOURCE PROGRAM	SEQUENCE
1		FUNCTION CONDUCT(T1,T2,K)	CON00010
	C	THERMAL CONDUCTIVITY (W/CM* C°)	CON00020
2		COMMON/MATPRO/ DENZIR,DENZRO,OSTOCH,CXICON,DENPAT,FICFAC	CON00030
3		COMMON/TEMP / T(1000),TOXID(2),TALFA(2),TSTART,TSTEAM(2),TWALL(2)	CON00040
4		TK=.5*(T1+T2)+273.16	CON00050
5		IF(TK.GT.2123,*) TK=2123,	CON00060
6		GO TO (1,2),K	CON00070
7	1	CONDUCT = 0.02	CON00080
		CONDUCT = CONDUCT / FICFAC	CON00090
8		CONDUCT*FICFAC = CONDUCT,OF ZROZ	CON00100
9		RETURN	CON00110
	2	CONDUCT = -0.0876 * TK + 2.75E - 4	CON00120
10		CONDUCT = CONDUCT,OF ZIRCALOY	CON00130
11		RETURN	CON00140
		END	CON00140

ISN	ST-NO	SOURCE PROGRAM	SEQUENCE
1		SUBROUTINE PHEPAR	PRE00010
	C	THE RESULTS ARE PREPARED FOR PRINTING AND PLOTTING	PRE00020
2		COMMON/GEOMET/ R(1000),ROXID(2),RALFA(2),WALL,DOXID(2),DALFA(2),DRPRE	PRE00030
3		COMMON/TEMP / T(1000),TOXID(2),TALFA(2),TSTART,TSTEAM(2),TWALL(2)	PRE00040
4	1	TSURF(2)	PRE00050
5		COMMON/TEMTIM/ TCOOL(100,2),ZTCOOL(100,2),TRAD(100,2),ZTRAD(100,2)	PRE00060
		COMMON/HEAT / HVER(100),HCOOL(2),HRADIA(2),HEATFL(2),HFJED(2),	PRE00070
6	1	QSPLIT,HCAP(100),HSTEAM(2),HRADIA(2)	PRE00080
	2	QSURF(2),QCON(2),GRAD(2),QREACT(2)	PRE00090
7		COMMON/HEADLN/ NITL(20)	PRE00100
		COMMON/CONCEN/ C(1000),COXID(2),COXAL(2),CALBET(2),CBETA(2),	PRE00110
8	1	OXIGFL(2),HDIFF(2),CSTART,GAIN(2)	PRE00120
	2	OCAP(500),OYER(500),ODTMAX(500)	PRE00130
	3	COA(2),CAO(2),CAB(2),CBA(2)	PRE00140
	4	OCAPQA(2),OCAPAO(2),OCAPAB(2),OCAPBA(2)	PRE00150
9		COMMON/ZEIT / TIME,TMAX,DTTEMP,DTDIFF,DTPRIN,DTMAX(100)	PRE00160
	1	MTEMP,MDIFF,MPRINT	PRE00170
10		COMMON/MESH / MGRASS,MFINE,NOXID(2),MOXI(2)	PRE00180
	1	NLUMB,NSTART,NALFA(2)	PRE00190
11		COMMON/MESHTE/NT(100),NTCOOL(2),NTWALL(2),KTCOOL(2),KTWALL(2),NGES	PRE00200
		COMMON/MESHCO/NC(500),NBAKER,MGES,MQA(2),MAB(2)	PRE00210
12	1	NOA(2),NAO(2),NAB(2),NBA(2),INTOXI(2),INTB	PRE00220
	2	NOA1,NAO1,NAB1,NBA1,NOXID1,NALFA1	PRE00230
	3	NOA2,NAO2,NAB2,NBA2,NOXID2,NALFA2	PRE00240
13		COMMON/MATPRO/ DENZIR,DENZRO,OSTOCH,OXICON,DENRAT,FICFAC,OXHEAT	PRE00250
		COMMON/PROP IL/ CO(500),X(500),OLAYER(2),ALAYER(2),BLAYER,DOXID(2)	PRE00260
		10ALFA(2),OGAIN(2),OBETA,OTOTAL,OBETAS,STEMP,	PRE00270
		2M1,M2,M3,M4,M5,NUMBER,NSCALE	PRE00280
14		COMMON/HINPUT/ HUIFIN(100,2),TIMDIF(100,2),HCOEFF(100,2),	PRE00290
	1	TCOEFF(100,2),HRADCO(100,2),TRADCO(100,2),	PRE00300
	2	QFLUX1(100,2),TQFLUX(100,2),TIMSTP(100),DTNEW(100),	PRE00310
	3	KDIFIN(2),NDIFIN(2),KQFLUX(2),NQFLUX(2),	PRE00320
	4	KCOEFF(2),NCOEFF(2),KRADCO(2),NRADCO(2),NSTEP	PRE00330
15		REFRAD=R(1)	PRE00340
16		IF(HDIFF(1),EQ,0.) REFRAD=R(MFINE)	PRE00350
17		IF(NBAKER.GT.0) GO TO 50	PRE00360
18		IF(NSTART.EQ.1) GO TO 5	PRE00370
19		IF(HDIFF(1).GT.0.) GO TO 1	PRE00380
20		OBETA=C(1)+DR*R(1)	PRE00390
21		NL=3	PRE00400
22		GO TO 2	PRE00410
23	1	DOXID(1)=.5*(C(1)+COA(1))*DOXID(1)	PRE00420
	1	*.5*(R(1)+ROXID(1))/REFRAD	PRE00430
24		DALFA(1)=.5*(CAO(1)+CAB(1))*DALFA(1)-DOXID(1)	PRE00440
	1	*.5*(RALFA(1)+ROXID(1))/REFRAD	PRE00450
25		NL=NC(4)+2	PRE00460
26		RDIFF=RALFA(1)-R(NC(4))	PRE00470
27		RMEAN=.5*(RALFA(1)+R(NC(4)))	PRE00480
28		OBETA=.5*(CBA(1)+C(NC(4)))*RDIFF/RMEAN	PRE00490
	1	+(0.75*NC(NC(4))*.25*(NL)))*DR*(NL-1)	PRE00500
29		IF(HDIFF(2).GT.0.) GO TO 2	PRE00510
30		OBETA=OBETA+C(MFINE)*DR*(MFINE)	PRE00520
31		NH=MFINE-2	PRE00530
32		GO TO 3	PRE00540
33		2 NH=NC(MGES)+4	PRE00550
34		DOXID(2)=.5*(C(MFINE)+COA(2))*DOXID(2)	PRE00560
	1	*R(MFINE)*.5*DOXID(2)/REFRAD	PRE00570

ISN	ST-NO	SOURCE PROGRAM (PREPAR)	SEQUENCE
35		OALFA(2)=.5*(CAO(2)+CAB(2))*(DALFA(2)-DOXID(2))	PRE00580
	1	*.5*(RALFA(2)+ROXID(2))/REFRAD	PRE00590
36		RDIFR=R(NC(MGES-3))-RALFA(2)	PRE00600
37		RMEAN=.5*(R(NC(MGES-3))+RALFA(2))	PRE00610
38		OBETA=OBETA+.5*(CBA(2)+C(NC(MGES-3))*RDIFR+RMEAN	PRE00620
	1	*(0.75*(C(NH+2)+0.25*(C(NH)))*DR*(NH+1)	PRE00630
39		DO 4 N=ML,MH+2	PRE00640
40		4 OBETA=OBETA+2,*(DH*(C(N))*R(N)	PRE00650
41		GO TO 15	PRE00660
42		5 IF(HDIFF(1).GT.0.) GO TO 6	PRE00670
43		MLBETA=1	PRE00680
44		OBETA=0.	PRE00690
45		GO TO 10	PRE00700
46		6 OOXID(1)=.5*(C(NOA1)+COA(1))*OCAPOA(1)	PRE00710
47		ML=1	PRE00720
48		MH=MOA(1)-1	PRE00730
49		DO 7 M=ML,MH	PRE00740
50		7 OOXID(1)=OOXID(1)+OCAP(M)*C(NC(M))	PRE00750
51		OOXID(1)=OOXID(1)/REFRAD	PRE00760
52		OALFA(1)=.5*(C(NOA1)+CAO(1))*OCAPAB(1)+	PRE00770
	1	.5*(C(NBA1)+CAB(1))*OCAPAB(1)	PRE00780
53		ML=MOA(1)+1	PRE00790
54		MH=MAB(1)-1	PRE00800
55		DO 8 M=ML,MH	PRE00810
56		8 OALFA(1)=OALFA(1)+OCAP(M)*C(NC(M))	PRE00820
57		OALFA(1)=OALFA(1)/REFRAD	PRE00830
58		MLBETA=MAB(1)+2	PRE00840
59		MHBETA=MGES	PRE00850
60		OBETA=0.5*(CBA(1)+C(NBA1))*OCAPBA(1).	PRE00860
	1	+OCAP(MAB(1)+1)*(0.75*(C(NBA1)+0.25*(C(NC(MAB(1)+2))))	PRE00870
61		IF(HDIFF(2).EQ.0.) GO TO 13	PRE00880
62		10 OOXID(2)=.5*(C(NOA2)+COA(2))*OCAPOA(2)	PRE00890
63		ML=MOA(2)+1	PRE00900
64		MH=MGES	PRE00910
65		DO 11 M=ML,MH	PRE00920
66		11 OOXID(2)=OOXID(2)+OCAP(M)*C(NC(M))	PRE00930
67		OOXID(2)=OOXID(2)/REFRAD	PRE00940
68		OALFA(2)=.5*(C(NOA2)+CAO(2))*OCAPAO(2)+	PRE00950
	1	.5*(C(NBA2)+CAB(2))*OCAPAB(2)	PRE00960
69		ML=MAB(2)+1	PRE00970
70		MH=MOA(2)-1	PRE00980
71		DO 12 M=ML,MH	PRE00990
72		12 OALFA(2)=OALFA(2)+OCAP(M)*C(NC(M))	PRE01000
73		OALFA(2)=OALFA(2)/REFRAD	PRE01010
74		MHBETA=MAB(2)+2	PRE01020
75		OBETA=0.5*(CBA(2)+C(NBA2))*OCAPBA(2)+OBETA	PRE01030
	1	+OCAP(MAB(2)-1)*(0.75*(C(NBA2)+0.25*(C(NC(MAB(2)-2))))	PRE01040
76		DO 14 M=MLBETA,MHBETA	PRE01050
77		14 OBETA=OBETA+OCAP(M)*C(NC(M))	PRE01060
78		15 OBETA=OBETA/REFRAD	PRE01070
79		OTOTAL=0.	PRE01080
80		IF(HDIFF(1).GT.0.) GO TO 25	PRE01090
81		BLAYER=R(1)-RALFA(2)	PRE01100
82		XOUT=R(1)	PRE01110
83		MH=MAB(2)-1	PRE01120
84		DO 18 M=1,MH	PRE01130
85		N=NC(M)	PRE01140

ISN	ST-NO	SOURCE PROGRAM (PREPAR)	SEQUENCE
86		CO(M)=C(N)	PRE01150
87		18 X(M)=XOUT-R(N)	PRE01160
88		M1=MAB(2)	PRE01170
89		X(M1)=BLAYER	PRE01180
90		CO(M1)=CBA(2)	PRE01190
91		X(M1+1)=BLAYER	PRE01200
92		CO(M1+1)=CAB(2)	PRE01210
93		ML=MAB(2)+1	PRE01220
94		MH=MOA(2)-1	PRE01230
95		DO 19 M=ML,MH	PRE01240
96		N=NC(M)	PRE01250
97		CO(M+1)=C(N)	PRE01260
98		19 X(M+1)=XOUT-R(N)	PRE01270
99		M2=MOA(2)+1	PRE01280
100		CO(M2)=CAO(2)	PRE01290
101		X(M2)=XOUT-ROXID(2)	PRE01300
102		ALAYER(2)=RALFA(2)-ROXID(2)	PRE01310
103		X(M2+1)=X(M2)	PRE01320
104		CO(M2+1)=COA(2)/FICFAC	PRE01330
105		ML=MOA(2)+1	PRE01340
106		MH=MGES	PRE01350
107		M3=MGES+2	PRE01360
108		XOUT=R(1)+ROXID(2)*(FICFAC-1)	PRE01370
109		DO 20 M=ML,MH	PRE01380
110		N=NC(M)	PRE01390
111		CO(M)=C(N)/FICFAC	PRE01400
112		20 X(M+2)=XOUT-R(N)*FICFAC	PRE01410
113		OLAYER(2)=DOXID(2)*FICFAC	PRE01420
114		OTOTAL=DOXID(2)+OALFA(2)+OBETA	PRE01430
115		OGAIN(2)=GAIN(2)	PRE01440
116		GO TO 40	PRE01450
117		25 MH=MOA(1)+1	PRE01460
118		OLAYER(1)=DOXID(1)*FICFAC	PRE01470
119		XOUT=R(1)+ROXID(1)*(FICFAC-1.)	PRE01480
120		DO 26 M=1,MH	PRE01490
121		N=NC(M)	PRE01500
122		CO(M)=C(N)/FICFAC	PRE01510
123		26 X(M)=XOUT-R(N)*FICFAC	PRE01520
124		M1=MOA(1)	PRE01530
125		X(M1)=DOXID(1)	PRE01540
126		CO(M1)=COA(1)/FICFAC	PRE01550
127		X(M1+1)=DOXID(1)	PRE01560
128		CO(M1+1)=COA(1)	PRE01570
129		ALAYER(1)=ROXID(1)-RALFA(1)	PRE01580
130		BLAYER=RALFA(1)-R(MFINE)	PRE01590
131		XOUT=R(1)	PRE01600
132		ML=MOA(1)+1	PRE01610
133		MH=MAB(1)+1	PRE01620
134		DO 27 M=ML,MH	PRE01630
135		N=NC(M)	PRE01640
136		CO(M+1)=C(N)	PRE01650
137		27 X(M+1)=XOUT-R(N)	PRE01660
138		M2=MAB(1)+1	PRE01670
139		X(M2)=DALFA(1)	PRE01680
140		CO(M2)=CAB(1)	PRE01690
141		X(M2+1)=X(M2)	PRE01700
142		CO(M2+1)=CBA(1)	PRE01710

ISN	ST-NO	SOURCE PROGRAM (PREPAR)	SEQUENCE
143		ML=MAB(1)+1	PRE01720
144		IF(HDIFF(2)) 28,28,29	PRE01730
145	28	M3=MGES+2	PRE01740
146		MH=MGES	PRE01750
147		GO TO 30	PRE01760
148	29	M3=MAB(2)+2	PRE01770
149		MH=MAB(2)-1	PRE01780
150		X(M3)=R(1)-RALFA(2)	PRE01790
151		BLAYER=RALFA(1)-RALFA(2)	PRE01800
152		CO(M3)=CBA(2)	PRE01810
153	30	DO 31 M=ML,MH	PRE01820
154		N=NC(M)	PRE01830
155		CO(M+2)=C(N)	PRE01840
156	31	X(M+2)=R(1)-R(N)	PRE01850
157		OTOTAL=DOXID(1)+OALFA(1)+OBETA	PRE01860
158		OGAIN(1)=GAIN(1)	PRE01870
159		IF(HDIFF(2),EQ,0.) GO TO 40	PRE01880
160		X(M3+1)=X(M3)	PRE01890
161		CO(M3+1)=CAB(2)	PRE01900
162		M3=MOA(2)+3	PRE01910
163		ML=MAB(2)+1	PRE01920
164		MH=MOA(2)-1	PRE01930
165		DO 33 M=ML,MH	PRE01940
166		N=NC(M)	PRE01950
167		X(M+3)=R(1)-R(N)	PRE01960
168	33	CO(M+3)=C(N)	PRE01970
169		X(M4)=R(1)-ROXID(2)	PRE01980
170		CO(M4)=CAO(2)	PRE01990
171		X(M4+1)=X(M4)	PRE02000
172		CO(M4+1)=COA(2)/FICFAC	PRE02010
173		XOUT=R(1)+ROXID(2)*(FICFAC-1)	PRE02020
174		ML=MOA(2)+1	PRE02030
175		MH=MGES	PRE02040
176		M3=MGES+4	PRE02050
177		DO 34 M=ML,MH	PRE02060
178		N=NC(M)	PRE02070
179		X(M+4)=XOUT-R(N)*FICFAC	PRE02080
180	34	CO(M+4)=C(N)/FICFAC	PRE02090
181		ALAYER(2)=RALFA(2)-ROXID(2)	PRE02100
182		OLAYER(2)=DOXID(2)*FICFAC	PRE02110
183		OTOTAL=OTOTAL+OALFA(2)+DOXID(2)	PRE02120
184		OGAIN(2)=GAIN(2)*R(MFINE)/R(1)	PRE02130
185	40	CONTINUE	PRE02140
186		GO TO 200	PRE02150
187	50	OBETA=0.5*(ROXID(1)**2-ROXID(2)**2)*CSTART/REFRAD	PRE02160
188		BLAYER=ROXID(1)-ROXID(2)	PRE02170
189		ALAYER(1)=0	PRE02180
190		OLAYER(2)=0	PRE02190
191		OTOTAL=OBETA	PRE02200
192		IF(HDIFF(1),EQ,0.) GO TO 100	PRE02210
193		DOXID(1)=.5*(R(1)**2-ROXID(1)**2)*OXICON/REFRAD	PRE02220
194		OTOTAL=OBETA+DOXID(1)	PRE02230
195		OGAIN(1)=GAIN(1)	PRE02240
196		OLAYER(1)=DOXID(1)*FICFAC	PRE02250
197		IF(HDIFF(2),EQ,0.) GO TO 200	PRE02260
198	100	DOXID(2)=.5*(ROXID(2)**2-R(MFINE)**2)*OXICON/REFRAD	PRE02270
199		OTOTAL=OTOTAL+DOXID(2)	PRE02280

ISN	ST-NO	SOURCE PROGRAM (PREPAR)	SEQUENCE
200		OGAIN(2)=GAIN(2)	PRE02290
201		OLAYER(2)=DOXID(2)*FICFAC	PRE02300
202	200	DO 300 K=1,2	PRE02310
203		IF(HDIFF(K),EQ,0.) GO TO 300	PRE02320
204		OLAYER(K)=OLAYER(K)*10000.	PRE02330
205		ALAYER(K)=ALAYER(K)*10000.	PRE02340
206		DOXID(K)=DOXID(K)*1000.	PRE02350
207		OALFA(K)=OALFA(K)*1000.	PRE02360
208		OGAIN(K)=OGAIN(K)*1000.	PRE02370
209	300	CONTINUE	PRE02380
210		BLAYER=BLAYER*10000.	PRE02390
211		OBETA=OBETA*1000.	PRE02400
212		OTOTAL=OTOTAL*1000.	PRE02410
213		IF(INSTART,EQ,0) OBETAS=OTOTAL	PRE02420
214		RETURN	PRE02430
215		END	PRE02440

ISN	ST-NO	SOURCE PROGRAM	SEQUENCE
1		SUBROUTINE MATMAP	MAT00010
	C	A TABLE WITH ALL MATERIAL PROPERTIES IS CALCULATED AND PRINTED	MAT00020
2		COMMON/HEADLN/ NTITLE(20)	MAT00030
3		COMMON/MATPRO/ DENZIR,DENZRO,OSTOCH,CXICON,DENRAT,FICFAC,OXHEAT	MAT00040
4		J=6	MAT00050
5		WRITE(J,6000)	MAT00060
6		WRITE(J,6100) DENZIR,DENZRO,OXHEAT	MAT00070
7		WRITE(J,6200)	MAT00080
8		C = 0.0	MAT00090
9		TT=1000.0	MAT00100
10		CALL INTFAC(TT,DUM,CE,-2)	MAT00110
11		T=550.0	MAT00120
12	200	CONTINUE	MAT00130
13		CALL INTFAC(T,COXAL,CALOX,-1)	MAT00140
14		CALL INTFAC(T,CALBE,CBEAL,-2)	MAT00150
15		DOX= DIFCON(T,OXICON,COXAL,1)*FICFAC*2	MAT00160
16		COXAL=COXAL/FICFAC	MAT00170
17		DAL= DIFCON(T,CALOX,CALBE,2)	MAT00180
18		DBE= DIFCON(T,0.0,0.0,3)	MAT00190
19		THCONO=CONDUCT(T,1)*FICFAC	MAT00200
20		THCONM =CONDUCT(T,2)	MAT00210
21		SPHEUX =SPECCT(1)/(FICFAC*DENZRO)	MAT00220
22		SPHEME =SPECCT(2)/DENZIR	MAT00230
23		CC =CE+C	MAT00240
24		DIFACT =FUFAC(TT,TT,CC,CC)	MAT00250
25		WRITE(J,6300)	MAT00260
		1 T,OSTOCH,COXAL,CALOX,CALBE,CBEAL,DOX,DAL,DBE	MAT00270
		2 ,THCONO,THCONM,SPHEUX,SPHEME, C,DIFACT	MAT00280
26		T =T*25.0	MAT00290
27		C =C*0.005	MAT00300
28		IF(T.LT.1550.1) GO TO 200	MAT00310
29		RETURN	MAT00320
30	6000	FORMAT(1H1, // 47X,31H* * * MATERIAL PROPERTIES * * * ,//)	MAT00330
31	6100	FORMAT(36H0 DENSITY REACTION HEAT	MAT00340
		1 /36H (GRAM/CM**3) (*SEC/	MAT00350
		2 /36H METAL OXID (GRAM OXYGEN)	MAT00360
		3 / 2F7.3, 3X, F10.2)	MAT00370
32	6200	FORMAT(MAT00380
		1 47H0TEMP, STOCH, EQUILIBRIUM CONCENTRATION	MAT00390
		2 ,T54.22H DIFFUSION CONSTANT	MAT00400
		3 ,T78.42H TH,CONDUCT, SP,HEAT PRECIP,EFFECT	MAT00410
		4/47H OX, (GRAM / CM**3)	MAT00420
		5 ,T54.22H (CM**2/SEC)	MAT00430
		6 ,T78.42H [W/(CM**C)] [W*(GR,C)] C=EO,C FACT,	MAT00440
		7/47H (C) (G/CM3) OX,/AL, AL,/OX, AL,/BE, BE,/AL,	MAT00450
		8 ,T54.22H0XID ALPHA BETA	MAT00460
		9 ,T78.42H OXID METAL OXID METAL (G/CM3) (-)	MAT00470
33	6300	FORMAT(F6.0,F8.4,1X,4F8.5,1X, 1P3E9.2	MAT00480
		1 ,T77. 0P2F6.3,2F7.4,F9.3, 1PE8.1)	MAT00490
34		END	MAT00500

ISN	ST-NO	SOURCE PROGRAM	SEQUENCE
1		SUBROUTINE INDATA	IND00010
	C	INDATA PRINTS ALL INPUT DATA	IND00020
2		COMMON/RESULT/PLD(25,200),KPL0T,MPL0T	IND00030
3		COMMON/GEOMET/ R(1000),ROXID(2),RALFA(2),WALL,DOXID(2),DALFA(2),DRIND00040	IND00040
4		COMMON/TEMP / T(1000),TOXID(2),TALFA(2),TSTART,TSTEAM(2),TWALL(2)IND00050	IND00050
		1,TSURF(2)	IND00060
5		COMMON/TEMPIM/ TCOOL(100,2),ZTCOOL(100,2),TRAD(100,2),ZTRAD(100,2)IND00070	IND00070
		COMMON/HEAT / HYER(100),HCOOL(2),ERADIA(2),HEATFL(2),OFIXED(2),	IND00080
		1 ,BSPLIT,HCAP(100),HSTEAM(2),HRADIA(2)	IND00090
		2 ,USURF(2),BCON(2),GRAD(2),BReact(2)	IND00100
7		COMMON/HEADLN/ NTITLE(20)	IND00110
8		COMMON/CONCEN/ C(1000),COXID(2),COXAL(2),CALBET(2),CBETA(2),	IND00120
		1 OXIGFL(2),HDIFF(2),CSTART,GAIN(2)	IND00130
		2, OCAP(500),OVER(500),ODTMAX(500)	IND00140
		3, COA(2),CAO(2),CAB(2),CBA(2)	IND00150
		4, OCAPDA(2),OCAPAB(2),OCAPAB(2),OCAPBA(2)	IND00160
9		COMMON/ZEIT / TIME,THAX,DTTEMP,DTDIFF,DTPRIN,DTMAX(100)	IND00170
		1, MTEMP,MDIFF,MPRINT	IND00180
10		COMMON/MESH /MGROSS,MFINE,NOXID(2),MOXI(2)	IND00190
		1, NLUMB,NSTART,NALFA(2)	IND00200
11		COMMON/MESHTE/NT(100),NTCOOL(2),NTWALL(2),KTCOOL(2),KTWALL(2),NGES	IND00210
12		COMMON/MESHCO/MC(500),NBAKER,MGES,MGA(2),MAB(2)	IND00220
		1, NGA(2),NAO(2),NAB(2),NBA(2),INTOXI(2),INTB	IND00230
		2, N0A1,N0A1,NAB1,NBA1,NOXID1,NALF1	IND00240
		3, N0A2,N0A2,NAB2,NBA2,NOXID2,NALF2	IND00250
13		COMMON/MATPRO/ DENZIR,DENZRO,OSTOCH,OXICON,DENRAT,FICFAC,OXHEAT	IND00260
14		COMMON/PROFIL/ CO(500),X(500),OLAYER(2),ALAYER(2),BLAYER,OOXID(2),	IND00270
		10ALFA(2),OGAIN(2),OBETA,OTOTAL,OBETAS,STEMP,	IND00280
		2M1,M2,M3,M4,M5,NUMBER,NSCALE	IND00290
15		COMMON/HINPUT/ HDIFIN(100,2),TIMDIF(100,2),HCOEFF(100,2),	IND00300
		1 TCOEFF(100,2),HRADCO(100,2),TRADCO(100,2),	IND00310
		2 OFLUXI(100,2),TOFLUX(100,2),TIMSTP(100),DTNEW(100),	IND00320
		3 KDIFIN(2),NDIFIN(2),KOFLUX(2),NOFLUX(2),	IND00330
		4 KCOEFF(2),NCOEFF(2),KRADCO(2),NRADCO(2),NSTEP	IND00340
16		COMMON/CEB / CEB	IND00350
17		COMMON/DCOEFF / DCOEFO(2),DCOEFA(2),DCOEFB(2)	IND00360
18		COMMON/INTFUN/ TE0A(101,2,2),CE0A(101,2,2),NE0A(2,2),KE0A(2,2)	IND00370
19		COMMON/GEOMEZ/ MESHMX	IND00380
20		COMMON/FCALB1/ FCCOEFF(6)	IND00390
21		DATA FMHTC,FMITE,FMGTG	IND00400
		1 /1,E=1,1,E=4,1,E=3 /	IND00410
22		J=6	IND00420
23		WRITE(J,500) (NTITLE(K),K=1,20)	IND00430
24		WRITE(J,599)	IND00440
25		WRITE(J,600) R(1),WALL,OLAYER(1),ALAYER(1),OLAYER(2),ALAYER(2)	IND00450
		1 ,CEB	IND00460
26		WRITE(J,650)	IND00470
27		WRITE(J,660) THAX,DTTEMP,DTDIFF,DTPRIN,NSTEP,MPRINT,NUMBER,NSCALE	IND00480
28		WRITE(J,798)	IND00490
29		WRITE(J,800) NLUMB,NBAKER	IND00500
30		WRITE(J,698)	IND00510
31		WRITE(J,700) (NDIFF(K),HCOOL(K),TSTEAM(K),ERADIA(K),	IND00520
		1 TWALL(K),OFIXED(K),K=1,2)	IND00530
32		WRITE(J,795)	IND00540
33		WRITE(J,800) (NDIFIN(K),NCOEFF(K),NTCOOL(K),NRADCO(K),NTWALL(K),	IND00550
		1 NOFLUX(K),K=1,2)	IND00560
34		WRITE(J,699)	IND00570

ISN	ST-NO	SOURCE PROGRAM (INDATA)	SEQUENCE
35		WRITE(J,750) TSTART,CSTART,@SPLIT,MESHMX,MPL0T	IND00580
36		WRITE(J,820)	IND00590
37		WRITE(J,850) DENZ1R,DENZRO	IND00600
38		WRITE(J,900)	IND00610
39		WRITE(J,950) DCOEFO(1),DCOEFO(2)	IND00620
	1	DCOEFA(1),DCOEFA(2)	IND00630
	2	DCOEFB(1),DCOEFB(2)	IND00640
40		WRITE(J,980)	IND00650
41		WRITE(J,800) NE@A	IND00660
42		WRITE(J,1000)	IND00670
43		WRITE(J,1050) FCCOEF	IND00680
	C	UNIT CHANGE	IND00690
	C	MM TO CM	IND00700
	C	MICRON TO CM	IND00710
	C	MGRAM TO GRAM	IND00720
44		R(1) =R(1) *FMBTC	IND00730
45		WALL =WALL *FMBTC	IND00740
46		DO 200 K=1,2	IND00750
47		OLAYER(K)=OLAYER(K)*FMITC	IND00760
48		ALAYER(K)=ALAYER(K)*FMITC	IND00770
49		HDIFF(K) =HDIFF(K) *FMGTG	IND00780
50		IF(NNDIFIN(K),EQ,0) GO TO 200	IND00790
51		NNDIFIN(K)	IND00800
52		DO 150 L=1,N	IND00810
53		HDIFIN(L,K) = HDIFIN(L,K)*FMGTG	IND00820
54	150	CONTINUE	IND00830
55	200	CONTINUE	IND00840
56	500	FORMAT(1H1,25X,20A4//)	IND00850
57	599	FORMAT(10H HOUT,10H WALL,10H DOXID(1),10H DALFA(1),	IND00860
	110H DOXID(2),10H DALFA(2),10H CEB	IND00870	
	2 /2(10H (MM)),4(10H (MICRON)))	IND00880	
58	600	FORMAT(8F10,5)	IND00890
59	650	FORMAT(10H TMAX,10H DTTEMP,10H DTDIFF,10H DTPRIN,	IND00900
	1 10H NSTEP,10H MPRINT,10H NUMBER,10H NSCALE	IND00910	
	2 / 4(10H (DEG.C)))	IND00920	
60	660	FORMAT(4F10,4,4I10)	IND00930
61	698	FORMAT(10H HDIFF(K),10H HCOOL(K),10H TSTEAM(K),10H ERADIA(K),	IND00940
	1 10H TWALL(K),10H @FIXED(K)	IND00950	
	2 *T86.45H(BOUNDARY CONDITION DATA)	IND00960	
	3 /10H (MG/CM2S),10H (W/CM2C),10H (DEG.C),10X	IND00970	
	4 ,10H (DEG.C),10H (W/CM2))	IND00980	
62	699	FORMAT(10H TSTART,10H CSTART,10H @SPLIT,30X	IND00990
	1 ,10H MESHMX,10H MPL0T	IND01000	
	2 /10H (DEG.C),10H (GR/CM3),10H (W-S/GO2))	IND01010	
63	700	FORMAT(6F10,4)	IND01020
64	750	FORMAT(F10,2,F10.6,F10.2,30X,2I10)	IND01030
65	798	FORMAT(10H NLUMB,10H NBAKER)	IND01040
66	799	FORMAT(10HNDIFIN(K),10H NCOEFF(K),10H NTCOOL(K),	IND01050
	1 10H NRADCU(K),10H NTWALL(K),10H N@FLUX(K)	IND01060	
	2 *T86.45H(NUMBER OF EACH BOUNDARY DATA-TIME PAIRS)	IND01070	
67	800	FORMAT(6I10)	IND01080
68	820	FORMAT(10H DENZ1R,10H DENZRO	IND01090
	1 /2(10H (GR/CM3))	IND01100	
69	850	FORMAT(2F10,3)	IND01110
70	900	FORMAT(10HDCOEFO(1),10H DCOEFO(2),10H DCOEFA(1),10H DCOEFA(2)	IND01120
	1 ,10H DCOEFB(1),10H DCOEFB(2)	IND01130	
	2 *T86.45H(DIFFUSION CONSTANT COEFF. FOR EACH PHASE))	IND01140	

ISN	ST-NO	SOURCE PROGRAM (INDATA)	SEQUENCE
71	950	FORMAT(3(F10.4,F10.1))	IND01150
72	980	FORMAT(10H NE@A,10H NE@B,10H NE@C,10H NE@D,10H NE@E,10H NE@F,	IND01160
	1 *T86.45H(NUMBER OF EQ.CONCENTRATION-TEMP. PAIRS))	IND01170	
73	1000	FORMAT(10H@FCCOEF(1),10H FCCOEF(2),10H FCCOEF(3)	IND01180
	1 ,10H FCCOEF(4),10H FCCOEF(5),10H FCCOEF(6))	IND01190	
74	1050	FORMAT(6F10,5)	IND01200
75		RETURN	IND01210
76		END	IND01220

```

ISN  ST-NO          SOURCE PROGRAM          SEQUENCE
 1      C          SUBROUTINE OUTPUT
 2      C          OUTPUT PRINTS THE RESULTS IN SPECIFIED TIME STEPS
 3      C          COMMON/RESULT/PLO(25,200),KPL0T,MPL0T
 4      C          COMMON/GEOMET/ R(1000),ROXID(2),RALFA(2),WALL,DOXID(2),DALFA(2),DR
 5      C          COMMON/TEMP / T(1000),TOXID(2),TALFA(2),TSTART,TSTEAM(2),TWALL(2)
 6      C          1,TSURF(2)
 7      C          COMMON/TEMP/TM/ TCOOL(100,2),ZTCOOL(100,2),TRAD(100,2),ZTRAD(100,2)
 8      C          COMMON/HEAT / HVER(100),HCOOL(2),ERADIA(2),HEATFL(2),OFLXED(2),
 9      C          1,BSPLIT,HCAP(100),HSTEAM(2),HRADIA(2)
10      C          2,GSURF(2),BCON(2),GRAD(2),OREACT(2)
11      C          COMMON/HEADLN/ NTITLE(20)
12      C          COMMON/CONCEN/ C(1000),COXID(2),COXAL(2),CALBET(2),CBETA(2),
13      C          1,OXIGFL(2),HDIFF(2),CSTART,GAIN(2)
14      C          2,OCAP(500),OVER(500),OETMAX(500)
15      C          3,COA(2),CAO(2),CAB(2),CRA(2)
16      C          4,OCAPOA(2),OCAPOB(2),OCAPEA(2),OCAPEB(2)
17      C          COMMON/ZEIT / TIME,TMAX,DTTEMP,DTDIFF,DTPRIN,DTMAX(100)
18      C          1,MTEMP,MDIFF,MPRINT
19      C          COMMON/MESH /MGBROSS,MFINE,NOXID(2),MOXI(2)
20      C          1,NLUMB,NSTART,NALFA(2)
21      C          COMMON/MESHTE/NT(100),NTCOOL(2),NTWALL(2),KTCOOL(2),KTWALL(2),NGES
22      C          COMMON/MESHCO/NC(500),NBAKER,NGES,MOA(2),MAB(2)
23      C          1,NOA(2),NAO(2),NAB(2),NBA(2),INTOXI(2),INTB
24      C          2,NOA1,NAO1,NAB1,NBA1,NOXID1,NALFA1
25      C          3,NOA2,NAO2,NAB2,NBA2,NOXID2,NALFA2
26      C          COMMON/MATPRO/ DENZIR,DENZRO,OSTOCH,OXICON,DENRAT,FJCFAC,OXHEAT
27      C          COMMON/PROFIL/ CO(500),X(500),OLAYER(2),ALAYER(2),BLAYER,OOXID(2),
28      C          1,OALFA(2),OGAIN(2),OBETA,OTOTAL,OBETAS,STEMP,
29      C          2,M1,M2,M3,M4,M5,NUMBER,NSCALE
30      C          COMMON/HINPUL/ HDIFIN(100,2),TIMDIF(100,2),HCOEFF(100,2),
31      C          1,TCOEFF(100,2),HRADCO(100,2),TRADCO(100,2),
32      C          2,OFLUX1(100,2),T0FLUX(100,2),TIMSTP(100),DTNEW(100),
33      C          3,KDIFIN(2),NDIFIN(2),K0FLUX(2),N0FLUX(2),
34      C          4,KCOEFF(2),NCOEFF(2),KRADCO(2),NRADCO(2),NSTEP
35      C          SNGL(XX) = XX
36      C          CALL PREPAR
37      C          THIS SUBROUTINE PREPARES THE RESULTS FOR PRINTING AND PLOTING
38      C
39      C          UNIT CHANGE FROM CM TO MM
40      C          GEOMETRY DATA X
41      C
42      DO 20 L=1,500
43      X(L) = X(L)*10.0
44      20 CONTINUE
45      C
46      J=6
47      WRITE(J,250)
48      WRITE(J,270) TIME,NUMBER,(HCOOL(K),TSTEAM(K),ERADIA(K),TWALL(K)
49      1,TSURF(K),TOXID(K),OFLXED(K),BCON(K),GRAD(K),HEATFL(K),K=1,2)
50      24 WRITE(J,280)
51      25 NZ=0
52      26 DO 75 K=1,2
53      27 IF(HDIFF(K),EQ.0.) GO TO 75
54      28 OXIGF=OXIGFL(K)*1000.
55      29 HDIFMG=HDIFF(K)*1000.0
56      30 OGAV=(OGAIN(1)*R(1) + OGAIN(2)*R(MFINE))
57      31 IF(NZ) 66,66,67

```

```

ISN  ST-NO          SOURCE PROGRAM          SEQUENCE
32      66 CONTINUE
33      C          INITIAL
34      IF(K,EQ.2) GO TO 67
35      WRITE(J,290) HDIFMG,OXIGF,DOXID(K),OALFA(K)
36      1,OGAIN(K),OLAYER(K),ALAYER(K)
37      GO TO 70
38      67 CONTINUE
39      OGAV=(OGAIN(1)*R(1) + OGAIN(2)*R(MFINE))/(R(1)+R(MFINE))
40      WRITE(J,295) HDIFMG,OXIGF,DOXID(K),OALFA(K),OBETA,OTOTAL
41      1,OGAIN(K),OGAV,OLAYER(K),ALAYER(K),BLAYER
42      39 70 CONTINUE
43      40 NZ=1
44      41 75 CONTINUE
45      IF(NLUMB,GT.0),OR,(NBAKER,EQ.0) GO TO 1000
46      42 NA=12
47      43 NE=0
48      44 NE=0
49      45 NA=NA+13
50      46 NE=NE+13
51      47 IF(NE,GT,NGES) NE=NGES
52      48 WRITE(J,300) (NT(K),K=NA,NE)
53      49 WRITE(J,300) (R(NT(K)),K=NA,NE)
54      50 WRITE(J,400) (T(NT(K)),K=NA,NE)
55      51 IF(NE,LT,NGES) GO TO 50
56      52 1000 IF(NBAKER,GT.0) GO TO 5000
57      53 IF(HDIFF(1),GT.0.) GO TO 1200
58      54 ML=12
59      55 MH=0
60      56 MAX=MAB(2)
61      57 WRITE(J,450)
62      58 ML=ML+13
63      59 MH=MH+13
64      60 IF(MH,GE,MAX) GO TO 2000
65      61 IF(MAX=MH,EQ.1) MH=MH-1
66      62 WRITE(J,300) (NC(K),K=ML,MH)
67      63 WRITE(J,800) (X(K),K=ML,MH)
68      64 WRITE(J,400) (T(NC(K)),K=ML,MH)
69      65 WRITE(J,450) (CO(K),K=ML,MH)
70      66 ML=MH-12
71      67 GO TO 1100
72      68 1200 MH=MOA(1)-1
73      69 WRITE(J,2500)
74      70 WRITE(J,300) (NC(K),K=1,MH),NC(MOA(1))
75      71 WRITE(J,800) (X(K),K=1,M1)
76      72 WRITE(J,400) (T(NC(K)),K=1,MH),TOXID(1)
77      73 WRITE(J,450) (CO(K),K=1,M1)
78      74 ML=MOA(1)+1
79      75 WRITE(J,3000)
80      76 MA=M1+1
81      77 IF(ML,LT,MAB(1)) GO TO 1210
82      78 WRITE(J,300) NC(MOA(1)),NC(MAB(1))
83      79 WRITE(J,800) X(MA),X(M2)
84      80 WRITE(J,400) TOXID(1),TALFA(1)
85      81 WRITE(J,450) CO(MA),CO(M2)
86      82 GO TO 1260
87      83 1210 MH=MAB(1)-1
88      84 WRITE(J,300) NC(MOA(1)),(NC(K),K=ML,MH),NC(MAB(1))
89      85 WRITE(J,800) (X(K),K=MA,M2)

```

ISN	ST-NO	SOURCE PROGRAM (OUTPUT)	SEQUENCE
86		WRITE(J,400) TOXID(1), (T(NC(K)), K=ML, MH), TALFA(1)	
87		WRITE(J,450) (CO(K), K=MA, M2)	
88	1260	ML=MAB(1)+1	
89		MUP=ML+11	
90		MA=M2+1	
91		ME=MA+12	
92		MAX=1000	
93		IF (HDIFF(2), E0, 0.) GO TO 1300	
94		MAX=MAB(2)	
95		IF (MUP, GE, MAX) GO TO 1500	
96	1300	IF (MUP, GT, MGES) MUP=MGES	
97		IF (ME, GT, M3) ME=M3	
98		WRITE(J,4500)	
99		WRITE(J,300) NC(MAB(1)), (NC(K), K=ML, MUP)	
100		WRITE(J,800) (X(K), K=MA, ME)	
101		WRITE(J,400) TALFA(1), (T(NC(K)), K=ML, MUP)	
102		WRITE(J,450) (CO(K), K=MA, ME)	
103		IF (MUP, E0, MGES) GO TO 5000	
104	1400	ML=MUP+1	
105		MUP=ML+12	
106		MA=ME+1	
107		ME=MA+12	
108		IF (MUP, GE, MAX) GO TO 2000	
109		IF (MUP, GT, MGES) MUP=MGES	
110		IF (ME, GT, M3) ME=M3	
111		WRITE(J,4500)	
112		WRITE(J,300) (NC(K), K=ML, MUP)	
113		WRITE(J,800) (X(K), K=MA, ME)	
114		WRITE(J,400) (T(NC(K)), K=ML, MUP)	
115		WRITE(J,450) (CO(K), K=MA, ME)	
116		IF (MUP, E0, MGES) GO TO 5000	
117		GO TO 1400	
118	1500	ML=MAB(1)+1	
119		MH=MAB(2)-1	
120		MA=M2+1	
121		WRITE(J,4500)	
122		WRITE(J,300) NC(MAB(1)), (NC(K), K=ML, MH), NC(MAB(2))	
123		WRITE(J,800) (X(K), K=MA, M3)	
124		WRITE(J,400) TALFA(1), (T(NC(K)), K=ML, MH), TALFA(2)	
125		WRITE(J,450) (CO(K), K=MA, M3)	
126		GO TO 2200	
127	2000	MH=MAX-1	
128		IF (HDIFF(1)) 2050, 2050, 2100	
129	2050	MA=ML	
130		ME=M1	
131		GO TO 2150	
132	2100	ME=M3	
133	2150	WRITE(J,4500)	
134		WRITE(J,300) (NC(K), K=ML, MH), NC(MAB(2))	
135		WRITE(J,800) (X(K), K=MA, ME)	
136		WRITE(J,400) (T(NC(K)), K=ML, MH), TALFA(2)	
137		WRITE(J,450) (CO(K), K=MA, ME)	
138	2200	ML=MAB(2)+1	
139		IF (HDIFF(1)) 2002, 2002, 2003	
140	2002	MA=M1+1	
141		ME=M2	
142		GO TO 2005	

ISN	ST-NO	SOURCE PROGRAM (OUTPUT)	SEQUENCE
143	2003	MA=M3+1	
144		ME=MA	
145	2005	WRITE(J,4000)	
146		IF (ML, LT, MOA) GO TO 2210	
147		WRITE(J,300) NC(MAB(2)), NC(MOA(2))	
148		WRITE(J,800) X(MA), X(ME)	
149		WRITE(J,400) TALFA(2), TOXID(2)	
150		WRITE(J,450) CO(MA), CO(ME)	
151		GO TO 2222	
152	2210	MH=MOA(2)-1	
153		WRITE(J,300) NC(MAB(2)), (NC(K), K=ML, MH), NC(MOA(2))	
154		WRITE(J,800) (X(K), K=MA, ME)	
155		WRITE(J,400) TALFA(2), (T(NC(K)), K=ML, MH), TOXID(2)	
156		WRITE(J,450) (CO(K), K=MA, ME)	
157	2222	ML=MOA(2)+1	
158		IF (HDIFF(1)) 2250, 2250, 2260	
159	2250	MA=M2+1	
160		ME=M3	
161		GO TO 2300	
162	2260	MA=M4+1	
163		ME=M5	
164	2300	WRITE(J,3500)	
165		WRITE(J,300) NC(MOA(2)), (NC(K), K=ML, MGES)	
166		WRITE(J,800) (X(K), K=MA, ME)	
167		WRITE(J,400) TOXID(2), (T(NC(K)), K=ML, MGES)	
168		WRITE(J,450) (CO(K), K=MA, ME)	
169	5000	CONTINUE	
170	C	UNIT CHANGE FROM MM TO CM	
171		DO 5200 L=1,500	
172		X(L) = X(L)*0.1	
173	5200	CONTINUE	
174	C	IF (MPLOT, E0, 0) RETURN	
175		MPLOT = 0: PLOTS OF VARIABLES AS FUNCTION OF TIME HAVE TO BE MADE	
176		KPLOT=KPLOT+1	
177		PLO(10, KPLOT)=0,	
178		PLO(1, KPLOT)=SINGL(TIME)	
179		PLO(2, KPLOT)=SINGL(PLO(1, KPLOT))	
180		PLO(3, KPLOT)=SINGL(TSTEAM(1))	
181		PLO(14, KPLOT)=SINGL(TSTEAM(2))	
182		PLO(15, KPLOT)=SINGL(TWALL(2))	
183		PLO(4, KPLOT)=SINGL(TSURF(2))	
184		PLO(5, KPLOT)=SINGL(TSURF(1))	
185		PLO(6, KPLOT)=SINGL(TSURF(1))	
186		PLO(7, KPLOT)=SINGL(TSURF(1))	
187		PLO(8, KPLOT)=SINGL(TSURF(1))	
188		PLO(9, KPLOT)=SINGL(TSURF(1))	
189		PLO(10, KPLOT)=SINGL(TSURF(1))	
190		PLO(11, KPLOT)=SINGL(TSURF(1))	
191		PLO(12, KPLOT)=SINGL(TSURF(1))	
192		PLO(16, KPLOT)=SINGL(TSURF(1))	
193		PLO(17, KPLOT)=SINGL(TSURF(1))	
194		PLO(18, KPLOT)=SINGL(TSURF(1))	
195		PLO(19, KPLOT)=SINGL(TSURF(1))	
196		PLO(20, KPLOT)=SINGL(TSURF(1))	

```

ISN  ST-NO          SOURCE PROGRAM          ( OUTPUT )          SEQUENCE
197      PLO(21,KPLOT)=PLO(18,KPLOT)**2
198      PLO(22,KPLOT)=PLO(20,KPLOT)**2
199      PLO(23,KPLOT)=PLO(20,KPLOT)+PLO(10,KPLOT)
200      CBAVRG=.001*OBETA/(RALFA(1)**2-RALFA(2)**2)*.R(1)
201      PLO(24,KPLOT)=CBAVRG
202      FSUBW=0.0001*BLAYER/WALL
203      PLO(25,KPLOT)=FSUBW
204      RETURN
205      250 FORMAT(1H1/
1 55H  TIME PLOT HEAT COOLANT EMIS RAD
2 60H  SURFACE OX/MET FIX, CON, RAD, TOTAL
3 55H  NUMBER TRANSFER TEMP, -SIVITY WALL HEAT
4 60H  TEMP, TEMP, HEAT HEAT HEAT
5 55H  COEFF, FLUX FLUX FLUX TEMP, FLUX
6 60H  (SEC,) (W/CM2-C) (DEG,C) (W/CM2) (W/CM2) (W/CM2) (W/CM2)
7 55H  (DEG,C) (DEG,C) (W/CM2) (W/CM2) (W/CM2) (W/CM2)
206      270 FORMAT(F9.3,18, F11.5,F9.2,F9.4,F9.2,2F10.2,4F10.4
1 /17X ,F11.5,F9.2,F9.4,F9.2,2F10.2,4F10.4 )
207      280 FORMAT(
1 60H O,FLUX OXYGEN OXYGEN OXYGEN OXYGEN OXYGEN
2 50HOXYGEN OXYGEN OXIDE ALPHA BETA
3 60H LIMIT FLUX IN IN IN TOTAL
4 50HGAIN GAIN LAYER LAYER LAYER LAYER
5 60H (MG/CM2 (MG/CM2 OXIDE ALPHA BETA
6 50H (AV.)
7 60H -SEC.) -SEC.) (MG/CM2) (MG/CM2) ( MG ) ( MG )
8 50H(MG/CM2) (MG/CM2) (MICRON) (MICRON) (MICRON) )
208      290 FORMAT(F8.2,F10.4,2F10.4,2OX,F10.4,10X,2F10.4)
209      295 FORMAT(F8.2,F10.4,9F10.4)
210      300 FORMAT(1H ,14HPPOINT NUMBER =,1518)
211      400 FORMAT(1H ,14HTEMP,(DEG,C) =,15F8.2)
212      450 FORMAT(1H ,14MCONCEN(G/CM3)=,15F8.5)
213      800 FORMAT(1H ,14HDISTANCE(MM) =,15F8.5)
214      2500 FORMAT(1H0,30H **OUTSIDE OXIDE LAYER** )
215      3000 FORMAT(1H0,30H **OUTSIDE ALPHA LAYER** )
216      3500 FORMAT(1H0,30H **INSIDE OXIDE LAYER** )
217      4000 FORMAT(1H0,30H **INSIDE ALPHA LAYER** )
218      4500 FORMAT(1H0,30H **BETA LAYER** )
219      END
    
```

```

ISN  ST-NO          SOURCE PROGRAM          SEQUENCE
1      SUBROUTINE DATPLO(Y00,NVAR,NT,NTITLE) DAT00010
2      COMMON/DATAP / CD(5,200),DYN(4),DYZ(4),DXN,DXZ,NA(20),NPTY(4) DAT00020
3      DIMENSION NTITLE(20),IS(4),NDUM(20) DAT00030
4      DATA IS/0,1,2,3/ DAT00040
C      ROUTINE TO PLOT UP TO A VARIABLES DAT00050
C      SCALE VARIABLES IN ARRAY CD DAT00060
C      DYN - UNITS PER INCH DAT00070
C      DYZ - VALUE AT GRAPH 0 DAT00080
5      DO 50 L = 1,NVAR DAT00090
6      SF=1.0/DYN(L) DAT00100
7      DO 50 I=1,NT DAT00110
8      50 CD(L,I) = SF*(CD(L,I)-DYZ(L)) DAT00120
9      SF = 1.0 / DXN DAT00130
10     DO 51 I=1,NT DAT00140
11     51 CD(5,I) = SF*(CD(5,I)-DXZ) DAT00150
C      PLOT SET UP DAT00160
12     SS = 0.14 DAT00170
13     SN = 0.1 DAT00180
14     XO = ,0 DAT00190
15     YB = Y00 + 0.0 DAT00200
16     YT = Y00 + 10.0 DAT00210
C      MOVE GRAPH ORIGIN FROM (0,0,0,0) TO (0,0,0,5) DAT00220
C      SFTXD=0,0 DAT00230
17     SFTYD=0,5 DAT00240
18     CALL PLOT(SFTXD,SFTYD,-3) DAT00250
C      X-AX TITLE PLOT DAT00260
20     X=X0+1,5 DAT00270
21     Y=Y00-0,4 DAT00280
22     ENCODE(20,500,NDUM) (NTITLE(K),K=16,20) DAT00290
23     500 FORMAT(5A4) DAT00300
24     CALL SYMBOL(X,Y,0,105,NDUM,0,0,20) DAT00310
C      LABEL PLOTS DAT00320
C      DO630 L=1,NVAR DAT00330
25     IF(L,E0,1) GO TO 101 DAT00340
26     DO 100 K=2,L DAT00350
27     IF(CDYN(L),E0,DYN(K-1)),AND,(DYZ(L),E0,DYZ(K-1))) GO TO 630 DAT00360
28     100 CONTINUE DAT00370
29     101 CONTINUE DAT00380
30     X = X0 + 0,08 DAT00390
31     Y = Y00 + 4,0 DAT00400
32     LN = 5*L - 4 DAT00410
33     Y = Y + 0,15 DAT00420
34     X = X + 0,05 DAT00430
35     LNN = LN + 4 DAT00440
36     ENCODE(20,501,NDUM) (NA(I),I=LN,LNN) DAT00450
37     501 FORMAT(5A4) DAT00460
38     CALL SYMBOL(X,Y,SN,NDUM(1),90,0,20) DAT00470
C      LABEL SCALE DAT00480
40     X = X0 + 0,2 DAT00490
41     Y = Y00 - 0,05 DAT00500
42     YV = DYZ(L) DAT00510
43     DO 635 I = 1,11 DAT00520
44     CALL NUMBER(X,Y,SN,YV,0,0,6H(F9,1)) DAT00530
    
```

ISN	ST-NO	SOURCE PROGRAM (DATPLO)	SEQUENCE
45		Y = Y + 1.0	DAT00580
46	635	YV = YV + DYN(L)	DAT00590
	C	DRAW VERTICAL LINE	DAT00600
47		X = X0 + 1.0	DAT00610
48		CALL PLOT(X,YB+3)	DAT00620
49		CALL PLOT(X,YT+2)	DAT00630
50	630	X0 = X	DAT00640
51		XV = DXZ	DAT00650
52		YR = Y00 - 0.15	DAT00660
53		XT = X0 - 0.2	DAT00670
54		XMIN = X0	DAT00680
55		XMAX = XMIN	DAT00690
56		CALL NUMBER(XT,YR,SN,XV,0.0,6H(F7.2))	DAT00700
	C	DETERMINE PLOT CONDITIONS FOR 200 PTS PER SECTION	DAT00710
57		IOV = 0	DAT00720
58		ISTART = 1	DAT00730
59		ISTOP = 50	DAT00740
60	640	IF(ISTOP,GT,NT) ISTOP=NT	DAT00750
61		DO 650 L=1,NVAR	DAT00760
62		DO 650 I=ISTART,ISTOP	DAT00770
63		X = CD(5,I) + X0	DAT00780
64		IF(X,GT,XMAX) XMAX=X	DAT00790
65		Y=CD(L,I) + Y00	DAT00800
66		IF(Y,LT,0.0,OR,Y,GT,YT) GO TO 651	DAT00810
67		IF(I,EQ,ISTART) GO TO 652	DAT00820
68		IF(IOV,EQ,1) GO TO 652	DAT00830
69		IF(NPTY(L),EQ,0) CALL PLOT(X,Y,3)	DAT00840
70		CALL PLOT(X,Y,2)	DAT00850
71		IF(I,EQ,ISTOP) CALL SYMBOL(X,Y,SS,IS(L),0.0,-2)	DAT00860
72		GO TO 650	DAT00870
73	651	IOV = 1	DAT00880
74		GO TO 650	DAT00890
75	652	IOV = 0	DAT00900
76		CALL PLOT(X,Y,3)	DAT00910
77		CALL SYMBOL(X,Y,SS,IS(L),0.0,-2)	DAT00920
78		CALL PLOT(X,Y,2)	DAT00930
79	650	CONTINUE	DAT00940
80		ISTART = ISTOP	DAT00950
81		IF(ISTART,GE,NT) GO TO 700	DAT00960
82		ISTOP = ISTOP + 50	DAT00970
83		GO TO 640	DAT00980
84	700	XSTOP = XMAX = XMIN	DAT00990
85		NSTOP = IFIX(XSTOP) + 1	DAT01000
86		X = X0	DAT01010
87		YC = YB + 0.25	DAT01020
88		DO 660 I = 1,NSTOP	DAT01030
89		X = X + 1.0	DAT01040
90		XV = XV + DXN	DAT01050
91		XT = XT + 1.0	DAT01060
92		CALL PLOT(X,YC+3)	DAT01070
93		CALL PLOT(X,YB+2)	DAT01080
94		CALL NUMBER(XT,YR,SN,XV,0.0,6H(F7.2))	DAT01090
95	660	CALL PLOT(X0,YB,3)	DAT01100
96		CALL PLOT(X,YB+2)	DAT01110
	C	VARIABLE TITLE AND SYMBOL PLOT	DAT01120
97		X=X+0.2	DAT01130
98		Y=YB+5.0	DAT01140

ISN	ST-NO	SOURCE PROGRAM (DATPLO)	SEQUENCE
99		DO 750 L=1,NVAR	DAT01150
100		LN=5*L-4	DAT01160
101		LNN=LN+4	DAT01170
102		ENCODE(20,500,NDUM) (NA(I),I=LN,LNN)	DAT01180
103		CALL SYMBOL(X,Y,SS,IS(L),0.0,-1)	DAT01190
104		CALL SYMBOL(X,Y,SS,5,SN,NDUM,0.0,20)	DAT01200
105		Y=Y+SS*1.4	DAT01210
106	750	CONTINUE	DAT01220
	C		DAT01230
107		X = X + 3.0	DAT01240
	C	MOVE GRAPH ORIGIN TO INITIAL	DAT01250
108		CALL PLOT(SFTXD,SFTYD,-3)	DAT01260
109		CALL PLOT(13,0,0,-3)	DAT01270
110		CALL PLOT(0,0,0,666)	DAT01280
	C		DAT01290
111		RETURN	DAT01300
112		END	DAT01310

ISN	ST-NO	SOURCE PROGRAM	SEQUENCE
1		SUBROUTINE TRAPLO	TRA00010
	C	INPUT DATA FOR PLOTS OF VARIABLES AS FUNCTIONS OF TIME ARE READ	TRA00020
	C	AND THE PLOTTING ROUTINE DATPLO IS CALLED	TRA00030
2		COMMON/RESULT/ PLO(25,200),KPLOTT,MPLDT	TRA00040
3		COMMON/DATAP / CD(5,200),DYN(4),DYZ(4),DXN,DXZ,NA(20),NPTY(4)	TRA00050
4		COMMON/HEADLN/ NTITLE(20)	TRA00060
5		DIMENSION NPLOTY(4)	TRA00070
6		DO 75 N=1,NPLOT	TRA00080
7		READ (5,500) NPLOTX,DXN,DXZ,NVAR, IPLOT,YOO,(NTITLE(K),K=16,20)	TRA00090
8	500	FORMAT(110,2E10,4,2110,E10,4,5A4)	TRA00100
9		KA=1	TRA00110
10		KE=5	TRA00120
11		DO 10 L = 1 + NVAR	TRA00130
12		READ(5,600) NPLOTY(L),DYN(L),DYZ(L),NPTY(L),(NA(K),K=KA,KE)	TRA00140
13	600	FORMAT(110,2E10,4,110,20X,5A4)	TRA00150
14		KA = KE + 1	TRA00160
15		KE = KA + 4	TRA00170
16	10	CONTINUE	TRA00180
17		DO 50 I=1,KPLOTT	TRA00190
18		CD(I)=PLOT(NPLOTX,I)	TRA00200
19		DO 50 L=1,NVAR	TRA00210
20		CD(L)=PLOT(NPLOTY(L),I)	TRA00220
21	50	CONTINUE	TRA00230
22		IF(((IPLOT/2)*2),EQ,IPLOT) GO TO 71	TRA00240
23		NHEAD = 5 * NVAR	TRA00250
24		WRITE(6,700) NTITLE(K),K=1,20,(NA(K),K=1,NHEAD)	TRA00260
25	700	FORMAT(1H1,10X,20A4/1H0,9X,8HABSCISSA,8X,20A4)	TRA00270
26		DO 70 I=1,KPLOTT	TRA00280
27		WRITE(6,800) CD(5,I),(CD(L,I),L=1,NVAR)	TRA00290
28	800	FORMAT(1H ,5E20,5)	TRA00300
29	70	CONTINUE	TRA00310
30	71	IF((((IPLOT/10)/2)*2),NE,(IPLOT/10))	TRA00320
31		CALL DATPLO(YOO,NVAR,KPLOTT,NTITLE)	TRA00330
32	75	CONTINUE	TRA00340
33		RETURN	TRA00350
		END	TRA00360

ISN	ST-NO	SOURCE PROGRAM	SEQUENCE
1		SUBROUTINE PROPLO	PRO00010
	C **	PROGRAM TO CRT PLOT DATA FOR PROGRAM SIMTRAN 1, 01-14-75	PRO00020
	C **	AUTHOR: OW RUSS, UCNC CSD ORNL, PO BOX X, OAK RIDGE, TN, 37830	PRO00030
	C		PRO00040
	C **	VARIABLES REQUIRED ARE IN COMMON, PARABOLIC INTERPOLATION IS	PRO00050
	C	DONE BETWEEN ELEMENTS (C(L),L=M1,M1),(C(M),M=M1,M2),(C(N),N=M2,M3)	PRO00060
	C	FOR GRAPH TYPE 1: PLUS (C(L),L=M3,M4) AND (C(M),M=M4,M5) FOR	PRO00070
	C	GRAPH TYPE 2 DEPENDING ON HDIFF(1)*HDIFF(2)=0.0 OR #0.0,	PRO00080
	C **	X-AXIS SCALE: IF X(M3)-X(1).GE.0.05CM, 1 INCH = 0.005 CM, TYPE 1,	PRO00090
	C	OR X(M5)-X(1).GE.0.05CM, 1 INCH = 0.005 CM, TYPE 2,	PRO00100
	C	SIMILARLY, IF X(M3)-X(1).LT.0.05CM, 1 INCH = 0.0025CM, TYPE 1,	PRO00110
	C	OR X(M5)-X(1).LT.0.05CM, 1 INCH = 0.0025CM, TYPE 2,	PRO00120
	C	START AND END X-AXIS WITH DIVISION .LT. X(1) AND .GT. X(M3) OR	PRO00130
	C	X(M5),	PRO00140
	C **	Y-AXIS SCALE: SAME FOR BOTH GRAPHS, 1 INCH = 0.2 GM/CM**3, IN 0.5	PRO00150
	C	GM/CM**3 DIVISIONS, STARTING WITH 0,	PRO00160
	C	NEW FEATURE: NSCALE = 1: EXPAND Y-RANGE TO 0,0-0,5	PRO00170
	C	INSTEAD OF 0,0-2,0 FOR NSCALE = 0,	PRO00180
	C **	LINE INTENSITIES: INCREASE FROM MESH LINES TO LINES FOR X(M)'S TO	PRO00190
	C	X-Y-AXIS TO CURVES OF C VS. X,	PRO00200
	C **	K VALUES ARE DETERMINED FROM HDIFF(1).GT.0, KK = K = 1; TYPE1 PLOT	PRO00210
	C	OR HDIFF(2).GT.0, KK = K = 2; TYPE1 PLOT	PRO00220
	C	AND K1 = K2 = 1 OR K1 = K2 = 2	PRO00230
	C	FOR TYPE2, KK = K = 1 OR 2, K1 = 1 AND K2 = 2,	PRO00240
	C		PRO00250
	C		PRO00260
	C	C = CONC., X = DIST., O LAYER E ALAYER ARE THICKN, T OXID E ALFA ARE	PRO00270
	C	OXYGEN CONTENT? BETA, TOTAL ARE SAME? BETAS IS CO? GAIN IS GAIN,	PRO00280
	C	ADD BLAYER = THICKNESS AND NSCALE = Y-AXIS SCALE FACTOR,	PRO00290
	C		PRO00300
2		COMMON/PLOVAR/ HDIFF(2),CSTART,TIME	PRO00310
3		COMMON/HEADLN/NTITL(20)	PRO00320
4		COMMON/PROFIL/C(300),X(300),OLAYER(2),ALAYER(2),BLAYER	PRO00330
		1,OXID(2),ALFA(2),GAIN(2),BETA,TOTAL,BETAS,TEMP	PRO00340
		2, M1,M2,M3,M4,M5,NUMPLT,NSCALE	PRO00350
5		COMMON/RESULT/PLO(25,200),KPLOTT,MPLDT	PRO00360
	C		PRO00370
6		DIMENSION MS(5),IDUM(20)	PRO00380
	C		PRO00390
	C	IML,IXS,IXYA,ICVX ARE BEAM INTENSITIES FOR MESH LINES, X(1)'S,	PRO00400
	C	X,Y-AXES AND C VS. X,	PRO00410
7		DATA IPLTF/0/,NBUF/4000/,IML,IXS,IXYA,ICVX/13,15,17,19/	PRO00420
8		DATA NIP/10/	PRO00430
	C	NIP IS NO. OF INTERPOLATED PTS. BETWEEN DATA PTS.	PRO00440
	C		PRO00450
	C	INITIALIZE CRT PLOTTER 1ST TIME ONLY	PRO00460
9		IF(IPLTF,EQ,1) GO TO 5	PRO00470
10		IEFF = 0	PRO00480
11		IPLTF = 1	PRO00490
12	5	CONTINUE	PRO00500
	C		PRO00510
	C	CHECK NUMPLT-- IF NEG. THIS IS FINAL PLOT, SET INTEGER END PLOT	PRO00520
	C	FLG IEPF = 9000 AND NUMPLT TO POS. VALUE,	PRO00530
13		IF(NUMPLT.LT.0) IEPF = 9000	PRO00540
14		IF(NUMPLT.LT.0) NUMPLT = - NUMPLT	PRO00550
	C		PRO00560
	C	SET MS(1), ETC. TO M1, ETC.,	PRO00570

```

ISN  ST-NO          SOURCE PROGRAM      ( PROPLO )          SEQUENCE
15      MS(1) = M1          PRO00580
16      MS(2) = M2          PRO00590
17      MS(3) = M3          PRO00600
18      MS(4) = M4          PRO00610
19      MS(5) = M5          PRO00620
C      PRO00630
C      INITIALIZE Y=AXIS (OXYGEN CONCEN.) VALUES, PRO00640
C      INITIALIZE Y=MAX VALUE FOR NSCALE,GT,0, YUL = 0.5 INSTEAD OF 2.0 PRO00650
C ** CHANGE Y=AXIS LIMIT TO 5.0 IN, MAX, 02-03-75 PRO00660
C ** MAKE Y=AXIS HEIGHT = 9.0 INCHES, 02-24-75, PRO00670
20      NY = 5              PRO00680
21      YO = 0.0           PRO00690
22      YOFF = 0.0         PRO00700
23      YLIM = 9.0         PRO00710
24      YZER = 0.0         PRO00720
25      YLL = 0.0          PRO00730
26      YUL = 2.0          PRO00740
27      IF( NSCALE,GT,0 ) YUL = 0.5 PRO00750
28      YDIV = YUL/(NY-1)  PRO00760
29      YFACT = YUL/YLIM   PRO00770
30      YSCAL = 1.0/YFACT  PRO00780
31      DDY = YDIV/YFACT   PRO00790
C      PRO00800
C      FOR TYPE1, SET K1 = K2 = KK = 1 OR 2 PRO00810
C      SET MM = MS(3) FOR TYPE 1, OR TO MS(5) FOR TYPE 2 GRAPHS, PRO00820
C      FOR TYPE1, NC = 3, FOR NO. OF CURVES, PRO00830
C      TEST HDIFF(1)*HDIFF(2),EQ,0 FOR TYPE1'S, .GT,0 FOR TYPE2'S. PRO00840
32      IF( HDIFF(1)*HDIFF(2),GT,0.0 ) GO TO 20 PRO00850
33      IF( HDIFF(1),GT,0.0 ) KK = 1 PRO00860
34      IF( HDIFF(2),GT,0.0 ) KK = 2 PRO00870
35      K1 = KK             PRO00880
36      K2 = KK             PRO00890
37      MM=MINO( MS(3),100) PRO00900
38      NC = 3              PRO00910
39      IF( HDIFF(1)*HDIFF(2),EQ,0.0 ) GO TO 25 PRO00920
C      PRO00930
C      PREPARE FOR TYPE2 GRAPHS PRO00940
C      FOR TYPE2, NC = 5, FOR NO. OF CURVES, PRO00950
40      20 CONTINUE        PRO00960
41      K1 = 1              PRO00970
42      K2 = 2              PRO00980
43      KK = K1 + K2        PRO00990
44      MM = MINO( MS(5),100) PRO1000
45      NC = 5              PRO1010
C      PRO1020
C      ESTABLISH FACTORS FOR X=AXIS: XDIV=XFACT*XLL+XUL+XLIM*NX+XSCAL*XOPRO1030
C ** CHANGE XFACT TO REDUCE X=AXIS LENGTH BY HALF. PRO1040
C      XFACT WAS 0.005 AND 0.0025 RESPECTIVELY, PRO1050
46      25 CONTINUE        PRO1060
47      XO = 0.0           PRO1070
48      XDIV = 0.01        PRO1080
49      IF( X(MM)-X(1),GE,0.05 ) XFACT = 0.010 PRO1090
50      IF( X(MM)-X(1),LT,0.05 ) XFACT = 0.005 PRO1100
51      IF( XFACT,EW,0.005 ) XDIV = 0.005 PRO1110
52      XLL = INT( X(1)/XDIV ) * XDIV - XDIV PRO1120
53      XUL = INT( X(MM)/XDIV ) * XDIV + XDIV PRO1130
54      XLIM = ( XUL-XLL )/XFACT PRO1140

```

```

ISN  ST-NO          SOURCE PROGRAM      ( PROPLO )          SEQUENCE
55      NX = (( XUL - XLL )/XDIV) + 1 PRO1150
56      XSCAL = 1.0/XFACT  PRO1160
57      XOFF = XLL + XSCAL PRO1170
58      DDX = XDIV/XFACT   PRO1180
C      PRO1190
C      MOVE GRAPH ORIGIN FROM(0.,0.) TO (1.0,1.0) PRO1200
59      SFTXD=1.0          PRO1210
60      SFTYD=1.0          PRO1220
61      CALL PLOT(SFTXD,SFTYD,-3) PRO1230
C      PRO1240
C      DRAW Y=AXIS VALUES, HEADING PRO1250
C      FOR NSCALE = 0, DO Y-RANGE 0.0=2.0 W/FMT F3.1, = 1 DO 0,000-0,500 PRO1260
C      W/FMT F3.3, PRO1270
62      XY = 0.0           PRO1280
63      YY = -DDY           PRO1290
64      YLAB = -YDIV        PRO1300
65      HGTY = 0.15         PRO1310
66      WDTY = 0.12         PRO1320
67      DO 30 I = 1,NY      PRO1330
68      YY = YY + DDY       PRO1340
69      YLAB = YLAB + YDIV   PRO1350
70      IF(NSCALE,EQ,0)CALL CRTNUM(XY=0.41,YY=0.07,HGTY,YLAB,0.1*(F3.1)') PRO1370
71      IF(NSCALE,GT,0)CALL CRTNUM(XY=0.65,YY=0.07,HGTY,YLAB,0.1*(F3.3)') PRO1380
C      PRO1390
C      DRAW HORIZONTAL MESH LINES TOWARD THE RIGHT PRO1400
72      IF( I,EQ,1 ) GO TO 32 PRO1410
73      XG = XY             PRO1420
74      YG = YY             PRO1430
75      CALL CRT( XG,YG,0.1 ) PRO1440
76      XG = XLIM           PRO1450
77      CALL CRT( XG,YG,IML,1 ) PRO1460
78      XG = XY             PRO1470
79      CALL CRT( XG,YG,0.1 ) PRO1480
80      32 CONTINUE        PRO1490
81      IF( I,NE,NY/2 ) GO TO 30 PRO1500
82      IF( NSCALE,EQ,0 ) XH = XY - 0.46 PRO1510
83      IF( NSCALE,GT,0 ) XH = XY - 0.70 PRO1520
84      YH = ( YLIM - 31.0*WDTY ) * 0.5 PRO1530
85      CALL CRTSYM( XH,YH,HGTY,'OXYGEN CONCENTRATION (GM/CM**3)',90,0.31) PRO1540
86      30 CONTINUE        PRO1550
C      PRO1560
C      DRAW HEADING ACROSS TOP FROM NTITL(20) IN COMMON PRO1570
87      XT = (XLIM - 80.0*WDTY) * 0.2 PRO1580
88      YT = YLIM + 0.15    PRO1590
89      ENCODE(80,200,1DUM) NTITL PRO1600
90      200 FORMAT(20A4)    PRO1610
91      CALL CRTSYM(XT,YT,HGTY,1DUM(1),0,0,80) PRO1620
C      TITLE PRINT OUT ..... PRO1630
C      PRO1640
C      DRAW TOP AXIS BACK TO LEFT, THEN DOWN TO ORIGIN, PRO1650
92      CALL CRT( XLIM,YLIM,0.1 ) PRO1660
93      CALL CRT( XO,YLIM,IXYA,1 ) PRO1670
94      CALL CRT( XO,YO,IXYA,1 ) PRO1680
95      CALL CRT( XU,YO,0.1 ) PRO1690
C      PRO1700
C      DRAW X=AXIS VALUES, HEADING ALONG BOTTOM PRO1710

```


ISN	ST-NO	SOURCE PROGRAM (PROPL0)	SEQUENCE
96		XX = -DDX	PRO01720
97		YX = YO - 0.25	PRO01730
98		HGTX = 0.15	PRO01740
99		XLAB = XLL - XDIV	PRO01750
100		WDTHX = 0.128	PRO01760
101		DO 40 I = 1,NX	PRO01770
102		XX = XX + DDX	PRO01780
103		XLAB = XLAB + XDIV	PRO01790
104		XLAM = XLAB*10.0	PRO01800
105		CALL CRTNUM(XX=0.36,YX,HGTX,XLAM,0.0,'(F6.3)')	PRO01810
	C		PRO01820
	C	DRAW VERTICAL MESH LINES UP AT EACH X=AXIS DIV., TOWARD THE RIGHT	PRO01830
106		IF(I.EQ.1) GO TO 42	PRO01840
107		XV = XX	PRO01850
108		YV = YO	PRO01860
109		CALL CRT(XV,YV,0.1)	PRO01870
110		YV = YLIM	PRO01880
111		CALL CRT(XV,YV,IML.1)	PRO01890
112		YV = YO	PRO01900
113		CALL CRT(XV,YV,0.1)	PRO01910
114		42 CONTINUE	PRO01920
115		IF(I.NE.NX/2) GO TO 40	PRO01930
116		XH = (XLM - 41.0*WDTHX) + 0.5	PRO01940
117		YH = YO - 0.50	PRO01950
118		CALL CRTSYM(XH,YH,HGTX,'DISTANCE FROM ORIGINAL OUTER SURFACE (MM)')	PRO01960
		1.0,0.41)	PRO01970
119		40 CONTINUE	PRO01980
	C		PRO01990
	C	DRAW X=AXIS FROM RIGHT BACK TO ORIGIN.	PRO02000
120		CALL CRT(XLM,YO,0.1)	PRO02010
121		CALL CRT(XO,YO,IXY.1)	PRO02020
122		CALL CRT(XO,YO,0.1)	PRO02030
	C		PRO02040
	C	DRAW VERTICAL X(1),---X(MM) FROM LEFT TO RIGHT. MS(1),(MM) = M1,MM	PRO02050
	C	FOR TYPE1 OR 2, NL = NC + 1 = 4 OR 6 VERTICAL LINES	PRO02060
	C	XOFF IS DISTANCE (IN.) XLL IS OFFSET FROM 0.0, NEG. OR POS.	PRO02070
123		NL = NC + 1	PRO02080
124		DO 50 L = 1,NL	PRO02090
125		MV = 1	PRO02100
126		IF(L.GT.1) MV = MS(L-1)	PRO02110
127		XV = X(MV) + XSCAL - XOFF	PRO02120
128		YV = YO	PRO02130
129		CALL CRT(XV,YV,0.1)	PRO02140
130		YV = YLIM	PRO02150
131		CALL CRT(XV,YV,IXS.1)	PRO02160
132		YV = YO	PRO02170
133		CALL CRT(XV,YV,0.1)	PRO02180
134		50 CONTINUE	PRO02190
	C		PRO02200
	C	PREPARE TO PLOT C VS. X, DO 3 OR 5 CURVES, MM = MS(3) OR MS(5)	PRO02210
	C	MA IS 1ST INDEX AND IS RESET TO VALUE OF 2ND INDEX FOR NEXT CURVE.	PRO02220
	C**	FOR NSCALE # 0, Y-AXIS RANGE = 0.0 - 0.5, OMIT ANY C VALUES # 0.5	PRO02230
	C**	MODIF. TO INTERPOLATE BETWEEN DATA POINTS. 01-30-75.	PRO02240
135		FNIP = NIP	PRO02250
136		NNI = NIP - 1	PRO02260
137		MA = 1	PRO02270
138		DO 60 I = 1,NC	PRO02280

ISN	ST-NO	SOURCE PROGRAM (PROPL0)	SEQUENCE
139		INDI = 1	PRO02290
140		MB = MS(1)	PRO02300
141		NP = MB - MA + 1	PRO02310
142		MAPI = MA + 1	PRO02320
143		XP = X(MA) + XSCAL - XOFF	PRO02330
144		YP = C(MA) + YSCAL - YOFF	PRO02340
145		IF(YP.GT.YLIM) GO TO 66	PRO02350
146		CALL CRT(XP,YP,0.1)	PRO02360
147		DO 65 M = MAPI,MB	PRO02370
	C		PRO02380
148		XP = X(M)*XSCAL - XOFF	PRO02390
149		YP = C(M)*YSCAL - YOFF	PRO02400
150		IF(YP.GT.YLIM) GO TO 65	PRO02410
151		CALL CRT(XP,YP,ICVX.1)	PRO02420
152		65 CONTINUE	PRO02430
153		66 CONTINUE	PRO02440
154		IF(I.LT.NC) MA = MB + 1	PRO02450
155		60 CONTINUE	PRO02460
	C	RESET MA TO MB + 1 FOR NEXT CURVE EXCEPT AFTER LAST CURVE.	PRO02470
	C		PRO02480
	C	ADD CSTART VS X(1),---X(MM) IN DASHED LINE FROM X(1) TO X(MM),	PRO02490
156		X1 = X(1)*XSCAL - XOFF	PRO02500
157		XM = X(MM)*XSCAL - XOFF	PRO02510
158		Y1 = CSTART*YSCAL - YOFF	PRO02520
159		DAL = 0.25	PRO02530
160		DAB = 0.125	PRO02540
161		CALL CRT(X1,Y1,0.1)	PRO02550
162		67 X1 = AMINI(X1+DAL,XM)	PRO02560
163		CALL CRT(X1,Y1,ICVX.1)	PRO02570
164		X1 = AMINI(X1+DAB,XM)	PRO02580
	C		PRO02590
	C	NUMBER=0 OXIGEN PROFILE IS NOT PLOTTED	PRO02600
165		CALL CRT(X1,Y1,0.1)	PRO02610
166		IF(X1.LT.XM) GO TO 67	PRO02620
	C		PRO02630
	C	DRAW LEGEND AT RIGHT END OF GRAPH	PRO02640
	C	FOR TYPE1, K = 1 OR 2, DEPENDING ON HDIFF(1) OR (2)#0, K1=K2=K.	PRO02650
	C	FOR TYPE2, K = 2 FOR DRAWING ARRAY VALUES, K1 = 1, K2 = 2.	PRO02660
	C	DRAW LEGEND FROM TOP DOWNWARD, LINE 1 = TIME	PRO02670
167		XX = XLM + 0.5	PRO02680
168		YY = YLIM - 0.25	PRO02690
169		DY = 0.25	PRO02700
170		XR = XX	PRO02710
171		YR = YY	PRO02720
172		CALL CRTSYM(XR,YR,HGTX,'TIME' ,0.0,0.5)	PRO02730
173		XR = XR + 5.0*WDTHX	PRO02740
174		ITIM = TIME + 0.5	PRO02750
175		CALL CRTNUM(XR,YR,HGTX,ITIM,0.0,'(I4)')	PRO02760
176		XR = XR + 4.0*WDTHX	PRO02770
177		CALL CRTSYM(XR,YR,HGTX,' SEC',0.0,0.4)	PRO02780
	C		PRO02790
	C	DRAW LINE 2 = TEMP, RESET X, DECREASE Y BY DY	PRO02800
	C**	MAKE MORE SPACE BETWEEN TIME AND T = TEMP, 02-24-75,	PRO02810
178		XR = XX	PRO02820
179		YR = YR - 2.0*DY	PRO02830
180		CALL CRTSYM(XR,YR,HGTX,'T= ',0.0,0.3)	PRO02840
181		XR = XR + 3.0 * WDTHX	PRO02850

ISN	ST-NO	SOURCE PROGRAM (PROPL0)	SEQUENCE
182		ITMP = TEMP	PRO02860
183		CALL CRTNUM(XR,YR,HGTX,ITMP,0,0,'(I4)')	PRO02870
184		XR = XR + 6,0 * WDTX	PRO02880
185		CALL CRTSYM(XR,YR,HGTX,' DEG,C',0,0,6)	PRO02890
	C		PRO02900
	C	DRAW LINES 3+4 LAYER THICKNESS AND (MICRONS)	PRO02910
	C **	MAKE MORE SPACE BETWEEN T = TEMP AND LAYER THICKNESS, 02-24-75,	PRO02920
186		XR = XX	PRO02930
187		YR = YR - 2,0 * DY	PRO02940
188		CALL CRTSYM(XR,YR,HGTX,'LAYER THICKNESS',0,0,15)	PRO02950
189		YR = YR - DY	PRO02960
190		CALL CRTSYM(XR,YR,HGTX,' (MICRONS)',0,0,12)	PRO02970
	C		PRO02980
	C	DRAW LINES 5 - 8 FROM O LAYER, A LAYER ARRAYS, K1,K2 = 1,2, IF TYPE 2	PRO02990
191		XR = XX	PRO03000
192		YR = YR - DY	F-RO03010
193		CALL CRTSYM(XR,YR,HGTX,'ZRO ',0,0,4)	PRO03020
194		XR = XR + 9,0 * WDTX	PRO03030
195		DO 70 K = K1,K2	PRO03040
196		CALL CRTNUM(XR,YR,HGTX,O LAYER(K),0,0,'(F9,1)')	PRO03050
197		YR = YR - DY	PRO03060
198		70 CONTINUE	PRO03070
	C		PRO03080
199		XR = XX	PRO03090
200		CALL CRTSYM(XR,YR,HGTX,'ALPHA ',0,0,6)	PRO03100
201		XR = XR + 6,0 * WDTX	PRO03110
202		DO 75 K = K1,K2	PRO03120
203		CALL CRTNUM(XR,YR,HGTX,A LAYER(K),0,0,'(F7,1)')	PRO03130
204		YR = YR - DY	PRO03140
205		75 CONTINUE	PRO03150
	C		PRO03160
	C	DRAW LINE 8A FOR BETA FROM B LAYER, ADDED 01-22-75,	PRO03170
206		XR = XX	PRO03180
207		CALL CRTSYM(XR,YR,HGTX,'BETA ',0,0,5)	PRO03190
208		XR = XR + 5,0 * WDTX	PRO03200
209		CALL CRTNUM(XR,YR,HGTX,B LAYER,0,0,'(F8,1)')	PRO03210
	C		PRO03220
	C	DRAW LINES 9,10, OXYGEN CONTENT E (MG/CM**2)	PRO03230
	C **	MAKE MORE SPACE BETWEEN BETA AND OXYGEN CONTENT, 02-24-75,	PRO03240
210		XR = XX	PRO03250
211		YR = YR - 2,0 * DY	PRO03260
212		CALL CRTSYM(XR,YR,HGTX,'OXYGEN CONTENT',0,0,14)	PRO03270
213		YR = YR - DY	PRO03280
214		CALL CRTSYM(XR,YR,HGTX,' (MG/CM**2)',0,0,12)	PRO03290
	C		PRO03300
	C	DRAW LINE(S) 11,(12) FROM OXID(1),(2) AS ZRO(1),(2)	PRO03310
215		XR = XX	PRO03320
216		YR = YR - DY	PRO03330
217		CALL CRTSYM(XR,YR,HGTX,'ZRO ',0,0,4)	PRO03340
218		XR = XR + 4,0 * WDTX	PRO03350
219		DO 80 K = K1,K2	PRO03360
220		CALL CRTNUM(XR,YR,HGTX,OXID(K),0,0,'(F9,2)')	PRO03370
221		YR = YR - DY	PRO03380
222		80 CONTINUE	PRO03390
	C		PRO03400
	C	DRAW LINE(S) 13,(14) FROM ALFA(1),(2) AS ALPHA(1),(2)	PRO03410
223		XR = XX	PRO03420

ISN	ST-NO	SOURCE PROGRAM (PROPL0)	SEQUENCE
224		CALL CRTSYM(XR,YR,HGTX,'ALPHA ',0,0,6)	PRO03430
225		XR = XR + 6,0 * WDTX	PRO03440
226		DO 85 K = K1,K2	PRO03450
227		CALL CRTNUM(XR,YR,HGTX,ALFA(K),0,0,'(F7,2)')	PRO03460
228		YR = YR - DY	PRO03470
229		85 CONTINUE	PRO03480
	C		PRO03490
	C	DRAW LINE 15 FOR BETA	PRO03500
230		XR = XX	PRO03510
231		CALL CRTSYM(XR,YR,HGTX,'BETA ',0,0,5)	PRO03520
232		XR = XR + 5,0 * WDTX	PRO03530
233		CALL CRTNUM(XR,YR,HGTX,BETA,0,0,'(F8,2)')	PRO03540
	C		PRO03550
	C	DRAW LINE 16 FROM TOTAL	PRO03560
234		XR = XX	PRO03570
235		YR = YR - DY	PRO03580
236		CALL CRTSYM(XR,YR,HGTX,'TOTAL ',0,0,6)	PRO03590
237		XR = XR + 3,0 * WDTX	PRO03600
238		CALL CRTNUM(XR,YR,HGTX,BETAS,0,0,'(F10,2)')	PRO03610
	C		PRO03620
	C	DRAW LINE 18 FROM GAIN	PRO03630
	C **	DRAW GAIN(K) VALUE(S), 02-24-75,	PRO03640
239		XR = XX	PRO03650
240		YR = YR - DY	PRO03660
241		CALL CRTSYM(XR,YR,HGTX,'GAIN ',0,0,5)	PRO03670
242		XR = XR + 5,0 * WDTX	PRO03680
243		DO 90 K = K1,K2	PRO03690
244		CALL CRTNUM(XR,YR,HGTX,GAIN(K),0,0,'(F8,2)')	PRO03700
245		90 YR = YR - DY	PRO03710
	C		PRO03720
	C	DRAW PLOT NUMBER FROM NUMPLT	PRO03730
	C	NUMBER LOOKS LIKE-- 012275001 (19 FORMAT)	PRO03740
	C **	DRAW NUMPLT AT LOWER RIGHT, SAME LEVEL AS X-AXIS HEADING, 02-24-75	PRO03750
246		XPN = XX + 4,0 * WDTX	PRO03760
247		YPN = YO + 0,5	PRO03770
248		CALL CRTNUM(XPN,YPN,HGTX,NUMPLT,0,0,'(I9)')	PRO03780
	C		PRO03790
	C	TERMINATE EACH GRAPH, ADVANCE FILM	PRO03800
	C **	CHECK INTEGER END PLOT FLAG IEPF-- IF = 9000, THIS IS FINAL PLOT,	PRO03810
	C	MOVE GRAPH ORIGIN TO INITIAL	PRO03820
249		CALL PLOT(=SFTXD)=SFTYD,-3)	PRO03830
250		CALL PLOT(13,0,0,0,-3)	PRO03840
251		CALL PLOT(0,0,0,0,666)	PRO03850
	C		PRO03860
252		RETURN	PRO03870
253		END	PRO03880

ISN	ST-NO	SOURCE PROGRAM	SEQUENCE
1		SUBROUTINE SORTDT(X,N,K)	SOR00010
2		DIMENSION X(1)	SOR00020
3		IF(N.LT.2) RETURN	SOR00030
4		N1=N-1	SOR00040
5		IF(K.EQ.2) GO TO 2000	SOR00050
6		DO 200 L=1,N1	SOR00060
7		M=L+1	SOR00070
8		DO 100 I=M,N	SOR00080
9		IF(X(L).LT.X(I))	GO TO 100
10		D=X(L)	SOR00100
11		X(L)=X(I)	SOR00110
12		X(I)=D	SOR00120
13	100	CONTINUE	SOR00130
14	200	CONTINUE	SOR00140
15		RETURN	SOR00150
16	2000	CONTINUE	SOR00160
17		DO 500 L=1,N1	SOR00170
18		M=L+1	SOR00180
19		DO 400 I=M,N	SOR00190
20		IF(X(L).GT.X(I))	GO TO 400
21		D=X(L)	SOR00210
22		X(L)=X(I)	SOR00220
23		X(I)=D	SOR00230
24	400	CONTINUE	SOR00240
25	500	CONTINUE	SOR00250
26		RETURN	SOR00260
27		END	SOR00270

1		SUBROUTINE NUMBER(X,Y,H,V,THETA,IFM)	NUM00010
2		DIMENSION IFM(3),IDUM(10)	NUM00020
3		CALL IVALUE(IDUM,10,1H)	NUM00030
4		ENCODE(20,IFM,IDUM) V	NUM00040
5		CALL SYMBOL(X,Y,H,IDUM(1),THETA,20)	NUM00050
6		RETURN	NUM00060
7		END	NUM00070

ISN	ST-NO	SOURCE PROGRAM	SEQUENCE
1		SUBROUTINE CRTNUM(X,Y,H,D,THE,IFM)	CRT00010
2		CALL NUMBER(X,Y,H,D,THE,IFM)	CRT00020
3		RETURN	CRT00030
4		END	CRT00040

ISN	ST-NO	SOURCE PROGRAM	SEQUENCE
1		SUBROUTINE CRT(X,Y,IZ,MODE)	CRT00010
2	C	DATA IZOLD / 0/	CRT00020
3		IF(MODE.NE.0) GO TO 9	CRT00030
4	9	CONTINUE	CRT00040
5		GO TO (1,2,3,4,5,6,7) MODE	CRT00050
6	1	IMV=3	CRT00060
7		IF(IZ.EQ.0) GO TO 10	CRT00070
8		IF(IZOLD.EQ.IZ) GO TO 20	CRT00080
9		IF(IZ-17) 11,12,13	CRT00090
10	11	IPEN=1	CRT00100
11		GO TO 40	CRT00110
12	12	IPEN=2	CRT00120
13		GO TO 40	CRT00130
14	13	IPEN=3	CRT00140
15	40	CONTINUE	CRT00150
16		CALL NEWPEN(IPEN)	CRT00160
17		IZOLD = IZ	CRT00170
18	20	IMV=2	CRT00180
19	10	CALL PLOT(X,Y,IMV)	CRT00190
20		RETURN	CRT00200
21	2	CONTINUE	CRT00210
22	3	CONTINUE	CRT00220
23		CALL PLOT(X,Y,-3)	CRT00230
24		RETURN	CRT00240
25	4	CONTINUE	CRT00250
26	5	CONTINUE	CRT00260
27	6	CONTINUE	CRT00270
28	7	CONTINUE	CRT00280
29		RETURN	CRT00290
30		END	CRT00300

ISN	ST-NO	SOURCE PROGRAM	SEQUENCE
1		SUBROUTINE CRTSYM(X,Y,H,NST,THE,N)	CRT00010
2		DIMENSION NST(1)	CRT00020
3		CALL SYMBOL(X,Y,H,NST,THE,N)	CRT00030
4		RETURN	CRT00040
5		END	CRT00050

ISN	ST-NO	SOURCE PROGRAM	SEQUENCE
1		FUNCTION YLAG(X),X,C,IND1,N,NP,IEA)	YLA00010
2		DIMENSION X(1),C(1)	YLA00020
3		I=0	YLA00030
4	1	I = I + 1	YLA00040
5		IF(I.GT.NP) GO TO 999	YLA00050
6		IF(ABS(X(I)-X(I)) .GT. 1.E-7) GO TO 3	YLA00060
7		YLAG = C(I)	YLA00070
8		RETURN	YLA00080
9	3	IF(X(I).GT.X(I)) GO TO 1	YLA00090
10		I1 = I - 1	YLA00100
11		YLAG=C(I1)+C(I)-C(I1)+X(I)-X(I1))/(X(I)-X(I1))	YLA00110
12		RETURN	YLA00120
13	999	WRITE(6,100) X1,I,INP	YLA00130
14	100	FORMAT('O ERROR I,GT,NP X1=',F14,9,' I=',I3,' NP=',I3)	YLA00140
15		RETURN	YLA00150
16		END	YLA00160