油のトラップを備えた Hickman Pump

東大理 林 主 税
大石 辰 男

By C. Hayashi and T. Oishi

Department of Physics, Tokyo University
Bunkyo-ku, Tokyo, Japan.

Abstract

A new method of trapping oil vapor back diffusing from the fine side jet of an oil diffusion pump, formerly proposed with some experimental results, was applied to three stage specially designed fractionating pump.

The ultimate vacuum of 7.4×10^{-6} mmHg was reduced to 1.4×10^{-6} mmHg by using the trap. More effect of the trap is expected by introducing an other oil suitable for the purpose.

1 まえがき

油拡散ポンプに於いて、ジェットから噴出した油の蒸気が高真空側に逆流し、これが到達真空度に大きな影響を及ぼす事はよく知られて居る。この逆流する油の蒸気を防ぐ為には通常冷却トラップが用いられるが、Raoult の法則で知られている原理によつて蒸気圧の低い油を高真空側にそそぐてやる事によつても、到達真空度を向上させることが出来る。

(林 真空技術Ⅱ (1951)) 結果だけ書けば次の様である。

ポンプ油	トラップ油	到達真空度
Diethylhexahydrophthalate	トラップ油 無	有り
ライオン油	10×10^{-6} mmHg	8×10^{-7} mmHg
diethyl phthalate	4×10^{-5} mmHg	4×10^{-6} mmHg

この実験結果に基き、その実用化の一段階として油トラップを造り、*Hickman pump*を試作した。

拡散ポンプ油としては、或る温度範囲で、適当な蒸気圧を有し、且つ、その温度範囲では、分解しないことが要求されるが、トラップ油はその様な条件を充す必要はない。従って、トラップ油として適当なものを採るならば、有効な結果を期待出来る。

ここでは、ひとまず、エレクトロンオイルを用い、ヒッフマンポンプの残油分に相当するところをとり、トラップ油として用いた。

上述の予備実験に用いた油は合成油であり、エステル系の合成油については、油と硝子面（又は金属面）との凝結係数が小さいのではないかと思われるような事実があるので、（例えば、*J.C. Beumer I.E.C. 43 722 (1951)*）

ここではエレクトロンオイル（石油系といわれている）を用いたのである。

凝結係数が小さいとき油蒸気の逆流は、より激しいものと考えられる。

2 構造

製作した *Pump* は Fig. 1 の如きものである。高真空側の斜線の部分がトラップで、こゝをトラップ油が流れる。トラップ油が均一に壁面を伝はるために壁面には、 1 mm 目位の真鍮金網に、落くグラスウールを巻きつけたものを網の目が、いくらか斜めになるようにとりつけてある。垂直部の電熱線は $3 \sim 4\text{ mm}$ 間隔に巻きつけ、大略 40 W 。底部には 60 W ハンタ饅のヒーターを入れて間に合せた *ionization gauge* は超高真空測定用に作ったものである。

第4ボイラーを経ても猶蒸発しなかつた重い油が、熱せられて垂直円筒部を上昇し、冷却されて、高真空側に流れ込む。流入した油は、金網の面を均一に流下しながら、逆流する軽成分を収着し、共に流れ落ちて第一ボイラーに行く。こゝより順次それぞれの蒸気圧に応じたボイラーで軽成分をはき出して第4ボイラーに集る。この様にしてトラップの面は常に清浄な面を保って居る。

3 実験結果

実験は、垂直部、底部の電流値を種々に変へて、最良点で測定を行なつた。結果は、Fig 3 の如くである。

トラップ無	トラップ油	冷却水通
$7.4 \times 10^{-6} \text{ mm Hg}$	$3.9 \times 10^{-6} \text{ mm Hg}$	$1.4 \times 10^{-6} \text{ mm Hg}$

冷却水 (Fig 2) を用いた時著しく真空度が向上するのは、トラップ油が蒸気圧の低い蒸発潜熱の大きい油であることを示すもので、通常の拡散ポンプで、高真空側に水管を通して、これ程の向上はおこらない。

4 以上の結果についての考察其他

i) こゝで述べたトラップの作用は、とにかく、少くとも Raoult の法則に類似の現象によるものであらう。正直に Raoult の法則に照らすするならば、

P_0 : トラップ油の蒸気圧 (流下する壁面の湿度における)

P' : 逆流するポンプ油の蒸気圧

V' : 単位時間に逆流する油のモル数

V_0 : 単位時間に流入するトラップ油のモル数

として、トラップ面上の平衡圧力は

$$p = \frac{V_0 P_0 + V' P'}{V' + V_0}$$

$$\therefore \frac{p}{P'} = \frac{\frac{P_0}{P'} + \frac{V'}{V_0}}{1 + \frac{V'}{V_0}} \quad \dots\dots\dots (1)$$

(1) 式で明らかなように $\frac{P}{P'}$ を小さくするためには $\frac{V'}{V_0}$ を小さくすることが必要である。即ち $\frac{P}{P'}$ を $\frac{1}{10}$ にするため (到達真空度を一桁上げるため) には $\frac{V'}{V_0}$ が $\frac{1}{10}$ 以下でなければならない。種々の点から考えて $\frac{V'}{V_0}$ を $\frac{1}{10}$ 位にすることは大層困難ではあるまいが、こゝで行つたようにトラップ油を蒸気の状態で捕捉する方式では、無制限には期待出来ない。

ii) こゝではヒックマンポンプの分油作用を利用して、同じ瓶のポンプ油の中の重い成分をトラップ油にしたわけであるが、この

ような方法で顕著な効果を挙げ得るのは、分油度の悪いポンプに於てであつて、例えば上述の場合でも、ヒックマンポンプの低真空側に油溜を設けて、揮発成分（全油量の数%）を除去した直后には油トラップの効果は、実験誤差の中に入つてゐたのである。このことは別の見方をすると、用いた油の中には、ポンプ油の主成分にくらべて、ずっと重い（蒸気圧の低い）ような成分は入つてゐなかつたと云ふことかも知れないが、（拡散ポンプ油はもともと狭い範囲の油分を取つてゐる）通常の良い設計の拡散ポンプでは、揮発成分は、使用につれて次第に、除去されてゆくように思われるので、上述のようなトラップのはつきりした効果を期待するためには、ポンプ油とは別の油分の、蒸気圧の低い油を、適宜に用ゐるべきであらう。

そうすれば、一桁位真空度を向上させることは割合に易しいと思われる。

金属製ポンプのときには、トラップ油の押し上げを、例えば渦巻ポンプ式にしてやることが、簡単に出来るから、上述のヒックマンポンプの場合よりも有利であらう。

これらの点についての実験は、目下計画中であるが、種々の理由で中々進行しそゝにないので、とりあえず今迄の結果を報告した次第である。

Fig 2