

## Термо-изоляция и изоляция варочных котлов.

Главное назначение термо-изоляции заключается в том, чтобы возможно больше снизить потери теплоты, или вернее, создать условия, препятствующие рассеянию ее в окружающее пространство.

Всякая потеря тепла из неизолированных аппаратов должна восполняться лишним количеством топлива, сжигаемого в топке котла. Поэтому более рационально затруднить излучение теплоты при помощи изолирующей оболочки, чем прибегать к излишней затрате дорогого стоящего топлива.

Применяя для изоляции аппаратов материалы с наименьшей теплопроводностью, полной изоляции тем не менее достичь не представляется возможным.

Теплопроводность — это способность тела передавать тепло от одной частицы к другой, она характеризуется коэффициентом теплопроводности. Этот коэффициент представляет количество теплоты, которое проходит в течение одного часа через поверхность в 1 кв. метр, расположенную на одной из двух параллельных плоскостей, находящихся на расстоянии 1 метра друг от друга; величина его зависит: 1) от природы и физического состояния газа, соприкасающегося со стенками аппарата, 2) от физического состояния поверхностей, 3) от строения и толщины стенки и 4) от скорости, с которой газ движется вдоль стенок.

Для различных материалов коэффициенты теплопроводности таковы:

|                            |       |
|----------------------------|-------|
| Воздух спокойный . . . . . | 0,025 |
| „ в движении . . . . .     | 0,050 |
| Торф . . . . .             | 0,053 |
| Бумажная пряжа . . . . .   | 0,55  |
| Войлок . . . . .           | 0,06  |
| Пробка . . . . .           | 0,08  |
| Солома . . . . .           | 0,094 |
| Асбест . . . . .           | 0,107 |
| Инфузорная земля . . . . . | 0,15  |
| Кирпич . . . . .           | 0,6   |
| Бетон . . . . .            | 0,7   |
| Щебень . . . . .           | 1,2   |

Хороший изоляционный материал:

- 1) должен быть плохим проводником тепла для экономии объема и
- 2) иметь небольшой удельный вес, для уменьшения веса всего аппарата,
- 3) не должен быть гигроскопичным, так как влажность понижает его изолирующую способность,
- 4) не должен вредно влиять на соприкасающиеся с ним части аппарата и
- 5) не должен в продолжение многих лет терять своих качеств.

С точки зрения этих практических требований, а также на основании данных о теплопроводности, наиболее употребительные изоляционные материалы можно охарактеризовать следующим образом:

1) Инфузорная земля, или трепшел (кизельгур), добывается в виде рыхлой, мукообразной массы белого или желтоватого цвета и представляет собой собрание кремнеземистых панцирей низших микроскопических животных.

В виду высокого коэффициента теплопроводности выгодна только в том случае, если давление и температура пара невелики. В случае перегретого пара или пара высокого давления, приходится устраивать очень толстый слой изоляции, при чем экономия тепла получается небольшая.

2) Искусственный туф представляет губчатое тело, легко режется пилой и довольно огнестоек. Составляется из смеси инфузорной земли со связывающим веществом—гипсом, а также с примесью углекислой извести и др.

3) Асбест—волоконистый материал (кремне-кислая соль окиси магнeзии), содержит большое количество воздушных промежутков, плавится при  $1700^{\circ}$ , не содержит никаких составных частей, вредно действующих на металлы, не впитывает в себя сырости и не изменяется от жары. Применяется в виде мелкого асбеста и асбестового картона, является одним из лучших материалов для изоляции.

На практике кроме чистого асбеста пользуются смесями асбеста с инфузорной землей. Такая смесь называется асбестином и употребляется для изоляции труб парового и водяного отопления. При смешении асбеста с гидратом углекислой магнeзии получается изоляционный материал, так-назв. „Ньювелль“,—довольно плохой проводник тепла, как содержащий большое число воздушных ячеек; состоит из 85% гидрата углекислой магнeзии и 15% асбестового волокна; готовится в виде плит или полуцилиндров.

4) Руберойд готовится из шерстяной войлочной папки и пропитывается особой мастикой; обладает гибкостью, эластичностью, не поддается действию кислот, почти несгораем, плохой проводник тепла и электричества.

5) Войлок—очень хороший изолятор, но от времени пропитывается влагой и делается непригодным.

6) Древесные стружки и опилки в сухом виде относятся к хорошим изоляторам, но от сырости плеснеют. Кроме того способны к осадке, при чем в слое изоляции образуются пустоты („раковины“).

7) Солома, как содержащая большой объем воздуха, является плохим проводником тепла, но в виду гигроскопичности она быстро греет, разлагается и выделяет бродильные кислоты, разрушительно действующие и на дерево и на металлы, почему и не применяется для изоляции аппаратов.

8) Торф — хороший изолятор, отличается дешевизной, применяется только в сухом месте, так как отличается большой гигроскопичностью.

9) Воздух является хорошим изолятором, но при обязательном условии сухости и спокойствия (отсутствия воздушных течений). Пользуясь этим свойством воздуха, можно уменьшить теплопроводность всякого твердого тела, разбивая его на мелкие части, отделенные между собой воздухом.

10) Пробка представляет собой один из лучших изоляторов, благодаря ее пористости, т.е. присутствию большого количества воздушных промежутков. Употребляется для изоляции в виде пробковых зерен, опилок и прессованных плит. Пред употреблением рекомендуется пробковые зерна консервировать антисептиком (медным купоросом, хлористым цинком и т. п.), чтобы сделать их не съедобными для насекомых. Благодаря большой эластичности пробка почти не способна к осадке, что дает ей преимущества пред другими изоляторами.

Несмотря на высокое развитие теории теплоты, изоляционное дело выросло и развилось на почве практических изысканий и опытов. Все усовершенствования вырабатывались и вырабатываются и по настоящее время исключительно практикой, что и является большим тормозом для правильного развития изоляционного дела, так как на всякий новый случай необходимо вырабатывать и новую конструкцию изоляции на свой риск и страх.

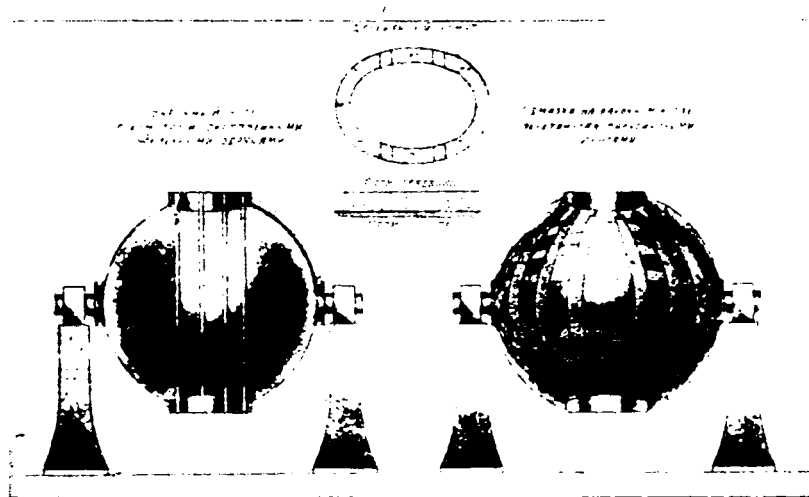
На бумажных фабриках до сих пор не было выработано способа изоляции варочных котлов с наименьшей потерей тепла и достаточной прочностью изоляционного слоя. Технику же бумажного дела хорошо известно, что при варке материала в неизолированном котле значительное количество теплоты расходуется на лучеиспускание и тем самым требуется постоянный приток свежего пара в варочный котел, чтобы поддерживать в нем определенное давление и температуру, так как в противном случае получится недоваренный полуфабрикат, который при дальнейшей операции — отбелке не выбелится до требуемой белизны, или потребует чрезмерный расход хлорной извести.

Как пример изоляции варочных котлов приведу способ изоляции, выработанный в 1920 году и применяемый в настоящее время на ленинградской фабрике „Гознак“. Он заключается в следующем:

Сначала изготавливаются деревянные хомуты к двум лапам котла.

Хомуты скрепляются железными обручами, проходящими через всю шаровую поверхность котла от одного лапа к другому.

Непосредственно на железные стенки котла, на части паровых труб, примыкающих к котлу, и под деревянные горловины укладывается первый слой асбеста, предварительно сильно размоченного водой.



Всего асбеста, при толщине слоя в 2 см., расходуется на котел диаметром в 2,44 м.—40 кгр. Первым слоем асбест наносится по следующим соображениям: в виду несгораемости асбест предохраняет выше лежащий слой из волокон растительного происхождения от разрушения высокой температурой стенок котла; далее асбест содержит в волокнистом виде большое количество воздушных ячеек; не содержит никаких составных частей, вредно действующих на металлы; не впитывает в себя сырости и не изменяется от жары.

После того, как котел обмазан слоем мокрой асбестовой массы в него пускается пар при давлении не более 5 фунтов для просушки асбеста, который, как бы прилипая к стенкам котла, образует первый плотный слой изоляции. Такая медленная просушка заканчивается через 2 дня. На просушенный асбестовый слой наносится слой из хорошо размолотой в роллах „травянки“ (старых джутовых мешков) в виде полумассы, проклеенной картофельным клейстером (100 литр. клейстера на 1800 литр. полумассы); полумасса пред наложением отжимается руками от избытка воды. Слой этот, в 9 см. толщины, обколачивается деревянными лопатками для уплотнения и просушивается в течение 6 дней при температуре от 60 до 70° С.; при более высокой температуре полумасса неравномерно высыхает и дает трещины.

Во избежание отваливания наложенного слоя полумассы, последняя до просушивания плотно перетягивается парусиновыми лентами в вертикальном и в горизонтальном направлениях по всей поверхности котла; после просушки изолирующий слой уплотняется и образует твердую корку, равномерно и плотно облегающую стенки варочного котла. Для предохранения изолирующего слоя от разрушения, последний обшивается парусиной, пропитанной олифой, и кроме того чехол окрашивается масляной краской.

Все операции, связанные с изоляцией котла, продолжаются до 15 дней. На каждый котел расходуется:

1. Асбеста в порошке . . . . . 40 кг.
2. Два деревянных хомута . . . . . —
3. Железных обручей, шириной 2 см. . . . . 5 кг.
4. Травянки . . . . . 220 кг.
5. Лент парусиновых, шириной 8 см. . . . . 35 метр.
6. Веревки, толщиной в 5 мм. . . . . 0,8 кг.
7.     "                 "         в 25 мм. . . . . 2 кг.
8. Парусины, шириной 0,75 м. . . . . 39 метр.
9. Олифы . . . . . 8 кг.
10. Картофельной муки . . . . . 4 "

Применявшийся до 1916 года способ изоляции был неудачен тем, что по истечении 1—1½ лет изоляция приходила в полную негодность. Быстрое изнашивание происходило от того, что слой полумассы ложился непосредственно на поверхность котла, вследствие чего полумасса быстро как бы перегорала и превращалась в угольную пыль, часто служившую причиной засорения сваренного материала, выгруженного из котла. Предлагаемый способ изоляции котлов оказался настолько практичным, что по истечении 5 лет не замечается каких-либо повреждений, и нет оснований предполагать, что в ближайшие годы потребуются замена этой изоляции новой.

Теоретический расход пара на варку тряпья можно подсчитать следующим образом:

Котел шаровой, вращающийся, весит 2,2 тонны, диаметр 2,44 м., поверхность—18,9 кв. м., объем—7,6 куб. м., вмещает тряпья 900 кг. и 3,5 куб. м. известкового молока. Выход тряпичной промытой полумассы—590 кг. Варка происходит при 3 атмосферах и 134° С. в продолжении 8 часов; температура загружаемого щелока 10° С.

В начале процесса варки тряпья и щелок нагреваются до 134° С, на что требуется до одного часа, остальное время пар расходуется на поддержание температуры в котле, понижающейся благодаря потерям тепла от соприкосновения стенок котла с воздухом и от лучеиспускания. Расход пара, как на нагревание, так и на потери, разделим на две части:

- 1) нагрев до 100° соответственно одной атмосфере давления,
- 2) нагрев от 100° до 134° С.

Теплоемкость щелка примем равной—1, теплоемкость тряпья—0,65 и теплоемкость железа—0,114.

Для подсчета потерь от соприкосновения и лучеиспускания можно воспользоваться формулой Стефан-Больцмана:

$$Q = K \cdot F \cdot z (t_1 - t_2),$$

где  $F$ —поверхность котла,  $z$ —время варки в часах,

$$K = 6 + \frac{4}{t_1 - t_2} \left\{ \left( \frac{t_1 + 273}{100} \right)^4 - \left( \frac{t_2 + 273}{100} \right)^4 \right\},$$

$t_2$ —температура окружающего воздуха—20° С.

$t_1$ —средняя температура стенок котла—при нагреве до 134° С. составляет 80° С. и в течение остального времени варки—134° С.

Подсчет дает для 1 периода варки  $K=11,4$   
и для 2 „ „ „  $K=13,6$

На нагрев до 100° С соответственно одной атмосфере давления расходуется пара

- |            |                                  |            |   |         |
|------------|----------------------------------|------------|---|---------|
| а) котел:  | $2200 \times 0,114 (100 - 10) =$ | 22572 кал. | — | 42 кгр. |
| б) тряпка: | $900 \times 0,65 (100 - 10) =$   | 52650      | „ | — 98 „  |
| в) щелок:  | $3500 \times 1,00 (100 - 10) =$  | 315000     | „ | — 586 „ |

---

Итого 726 кгр. пара.

На нагрев от 100° С. до 134° С расходуется пара:

- |            |                                   |           |   |         |
|------------|-----------------------------------|-----------|---|---------|
| а) котел : | $2200 \times 0,114 (134 - 100) =$ | 8527 кал. | — | 15 кгр. |
| б) тряпка: | $900 \times 0,65 (134 - 100) =$   | 19890     | „ | — 37 „  |
| в) щелок : | $3500 \times 1,00 (134 - 100) =$  | 119000    | „ | — 221 „ |

---

Итого 273 кгр. пара.

Потери от соприкосновения и лучеиспускания:

- |                                                      |                                          |            |   |         |
|------------------------------------------------------|------------------------------------------|------------|---|---------|
| а) в течение первого часа при нагревании до 134° С.: | $11,4 \times 18,9 \times 1 (80 - 20) =$  | 12928 кал. | — | 24 кгр. |
| б) в остальные 7 часов                               | $13,6 \times 18,9 \times 7 (134 - 20) =$ | 204166     | „ | — 380 „ |

---

Итого 404 кгр. пара.

Таким образом, общий расход пара на варку 900 кгр. тряпья равняется 1403 кгр. пара, из которых 72% расходуется на нагрев до 134° С. в течение первого часа варки и 28% идут на возмещение потерь в продолжение остального времени варки, т.е. на лучеиспускание.

При проверке опытным путем потери тепла на лучеиспускание получены следующие результаты:

Испыт: определялось количество конденсационной воды после варки тряпья при одинаковых условиях, как в изолированном, так и в не-

изолированном котлах, при чем оказалось, что в первом котле воды получилось на 430 литров меньше, чем во втором котле. Это количество воды и образовалось в неизолированном котле за счет охлаждения котла от лучеиспускания. Опыт производился в зимнее время.

II опыт: в неизолированном котле конденсационной воды получилось на 401 литр больше, чем в котле изолированном.

Опыт производился в осеннее время.

Кроме того этими опытами было установлено, что:

1) по истечении 38 часов после прекращения варки, температура выпускаемых щелоков из котла была:

для котла изолированного . . . . .  $57^{\circ}$  С.

„ „ неизолированного . . . . .  $29^{\circ}$  С

2) прогревание материала и жидкости до  $100^{\circ}$  С.

в котле изолированном наступило через 20 мин.

„ „ неизолированном „ „ 35 „

Сопоставляя средние данные, полученные опытным путем,  $(430 + 401) : 2 = 415$  литров (килограммов) с теоретически найденной цифрой 404 кгр., расход пара на лучеиспускание можно принять в среднем равным  $(404 + 415) : 2 = 410$  кгр.

Варка с паром в обоих случаях производилась в течение 8 час. Ежемесячная работа варочных котлов, не считая времени загрузки и разгрузки материалов, выражается в среднем — 3200 котло-часов. Экономия в расходе пара вследствие изоляции котлов составит:

$$3200 \times (410 : 8) = 164000 \text{ литров} = 164000 \text{ кгр. пара.}$$

Для получения одного кгр. пара потребуется затратить 627 калорий тепла, при температуре воды, равной  $10^{\circ}$  ( $100 + 537 - 10$  калорий). Отсюда расход калорий — на образование 164000 кгр. пара определится в 102.828.000 калорий. При отоплении паровых котлов нефтяными остатками, теплотворная способность которых равняется 10.000 калориям, экономия в топливе в месяц выразится:  $102.828.000 \text{ калорий} : 10.000 \text{ кал.} = 10.283 \text{ кгр. нефтяных остатков}$ , что, при стоимости одного кгр. — 7 коп., составит экономию в месяц  $(10.283 \times 7 \text{ коп.}) = 719 \text{ руб. 81 коп.}$

В заключение остается отметить, что, помимо чисто экономической выгоды — сокращения расходования дорого стоящего топлива, работа с изолированными котлами ведется более продуктивно и протекает без порчи материала. Кроме того, условия работы в мастерской с изолированными котлами стали более благоприятными с гигиенической точки зрения: рабочие не так изнуряются при выгрузке материала из-под котла, покрытого изолированным слоем, ибо температура стенок такого котла мало разнится от температуры окружающего воздуха; температура же воздуха, окружающего неизолированный котел, на  $15-18^{\circ}$  С выше температуры помещения.

*В. Зимаре.*