

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА УКРАЇНИ

## НАУКОВИЙ ВІСНИК БУДІВНИЦТВА

Вип. 58

Зареєстровано 22.04.97 р. Серія ХК № 457 Головним комітетом інформації  
Харківської обласної державної адміністрації та у бюлетені ВАК України,  
та перереєстровано №4, 1999

Харків  
ХДТГБА  
ХОТВ АБУ  
2010



контур (греющей жидкости) теплообменника будет контуром высокотемпературным, питающимся по тепловым сетям от источника 150°-70°С.

Такое параллельное включение в контур низкотемпературной контур пластинчатого теплообменника позволяет нам производить любые переключения режимов работы двух систем теплоснабжения с различными параметрами теплоносителя (рис.1).

Предлагаемая нами схема дает возможность производить бесчисленное количество переключений или возможность одновременной параллельной работы на одного потребителя двух разнотемпературных источников

Имея такие котельные, оборудованные параллельно включенными лампами и теплообменниками, мы можем выбирать различные включенные режимы с использованием различных видов топлива. Соответственно автоматизировав процессы взаимодействия котлов и теплообменников, добиваясь различной степени оптимизации использования топлива во времени года, так и по часам суток, в зависимости от задаваемых параметров метеосусловий, наличия топлива, экологических соображений и других факторов.

Предлагаемые нами технические решения запараллеливания контуров теплообменников применимы и для индивидуальных систем отопления квартир.

Сегодня, в силу явно конъюнктурных, устаревших решений, индивидуальное теплоснабжение квартиры выгоднее (при действующей цене на газ) чем централизованное теплоснабжение. А что произойдет, когда газ подорожает, а цена на газ для владельца квартиры станет одной из самых высоких при индивидуальном и централизованном теплоснабжении?

Тогда надо будет возвращаться к централизованному теплоснабжению. Возникнет вопрос: как это сделать. Мы, своим предложением, даем ответ на этот вопрос.

Параллельно с двухконтурным котлом надо будет установить трехконтурный теплообменник. Первичный теплоноситель от централизованного котлика в трехконтурном теплообменнике будет нагревать вторичный теплоноситель отопления и горячую воду для бытовых нужд. При этом, из контурного теплообменника теплоноситель будет подаваться и циркулировать в уже существующей индивидуальной квартирной системе отопления без каких-либо переделок.

Следует особо подчеркнуть, что создаваемая нами двух- и трехконтурная система полностью независима. Высокие давления и температуры в контуре контура никак не могут воздействовать на вторичный контур.

Наши технические решения использования пластинчатых теплообменников в качестве «источника тепла», параллельно включаемого с котлами, могут быть применены и в случаях, когда в качестве одного из источников тепла является электродогрев. Так, например, в квартире, оборудованной индивидуальной системой отопления с пластинчатым теплообменником, питающимся

от централизованного теплоснабжения, параллельно с теплообменником включается электродогрев. Такая схема даёт возможность включать отопление квартиры даже тогда, когда отключается подача тепла от централизованного источника. Особенно актуально применение электродогрева в ночное время при остановке у абонента «трёхставочного» счетчика. Сегодняшние правила подачи и потребления электроэнергии дают нам возможность

использовать обогрев квартиры в ночное время с коэффициентом 0,35, в течении семи часов в сутки. Это даёт возможность экономить на отоплении до 30% её стоимости. Возможны и другие комбинации по источникам тепла, достигаемые с помощью предлагаемой нами схемы.

Анализируя состояние зарубежного централизованного теплоснабжения, мы видим массовое распространение в нем независимых многоступенчатых систем теплоснабжения с использованием пластинчатых теплообменников различных фирм. Опыт Дании (Копенгаген), Франции (Лион) и ряда других стран свидетельствует о жизнеспособности таких схем и, главное, о значительном повышении надежности теплоснабжения. Так утечка воды в одном контуре не влияет на гидравлику другого контура. Это положение особенно важно в районах северного климата, а также из соображений аварийности и ремонтов котельных.

В данной статье мы не рассматриваем многоступенчатые схемы теплоснабжения и безаварийность их работы. Мы ссылаемся на зарубежный опыт использования пластинчатых теплообменников в системах теплоснабжения как подтверждение наших технических решений.

Фактически наши предложения переключаются с тем, что делают за рубежом. Разнятся в данном случае цели, но способы решения совпадают.

Тел. 692.23: 656.073.455

Галонова Л.В.

Харьковская национальная академия городского хозяйства

## ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНО-ВЛАЖНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СТАЛЕБЕТОННЫХ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ПРОМЫШЛЕННЫХ ХОЛОДИЛЬНИКОВ

Исследован температурно-влажностный режим эксплуатации ограждающих конструкций промышленных холодильников. С. технологическими температурами: в морозильных камерах -18°С; камерах хранения мороженых грузов -18°С и охлажденных грузов 0°С. Относительная влажность воздуха 70-95%.

Ключевые слова: влажностный режим, промышленные холодильники, сталебетонная ограждающая конструкция.



Вивчено температурно-вологісний режим експлуатації отороджуючих конструкцій промислових холодильників. Технологічна температура у морозильних камерах  $-30 \div -35^\circ\text{C}$ , в камерах заморожених вантажів  $-18^\circ\text{C}$  і охолоджених вантажів  $0^\circ\text{C}$ . Відносна вологість повітря 70-95%.

**Ключові слова:** вологісний режим, промислові холодильники, сталевобетонна отороджуюча конструкція.

The temperature and moisture regime of safety construction of industrial refrigerators has been studied. Technological temperature in fridge cameras  $-30 \div -35^\circ\text{C}$ ; in cameras with frozen load  $-18^\circ\text{C}$ ; in cameras with light frozen load  $0^\circ\text{C}$ . Average air moisture 70-95%.

**Key words:** moisture regime industrial fridges, steel-concrete safety construction.

Целью данной работы является оценка надежности пенобетона, как конструкционного материала сталебетонных плит покрытий промышленных зданий в условиях воздействия высоких и низких температур. Ограждения промышленных холодильников находятся в условиях, не свойственных большому числу промышленных сооружений. К ним предъявляются требования обеспечения постоянного температурно-влажностного режима при отрицательной температуре и высокой влажности воздуха камер.

При выборе ограждений холодильных корпусов особое внимание уделяет устройству ограждений против доступа и конденсации паров воздуха в толще изоляционного покрытия. Температурный режим должен быть постоянным в камерах и в рубашке; температура в рубашке не должна быть ниже температуры камеры более чем на  $1^\circ\text{C}$ . Следовательно, вопросы температурно-влажностного режима камер многоэтажных холодильников и теплозащитной рубашки зависят не только от решений, принятых при проектировании теплоизоляционных конструкций наружных стен, но и от конструктивных внутренних ограждений.

Для рассмотрения процессов тепло - и массообмена, происходящих при формировании температурно-влажностного режима помещения, нужно знать требования к характеристикам внутреннего климата и факторы, влияющие на них; законы взаимодействия ограждений с внутренними и наружными средами; тепло - и массообменные на обогревающих и охлаждающих поверхностях.

Нормальными технологическими температурами являются: в морозильных камерах  $-30 \div -35^\circ\text{C}$ ; в камерах хранения мороженных грузов  $-18^\circ\text{C}$  и охлаждаемых грузов  $0^\circ\text{C}$ . Относительная влажность воздуха 70-95% [1].

Для покрытий промышленных зданий были разработаны ребристые плоские плиты из ячеистых бетонов. В настоящее время широкое распространение получили сталебетонные плиты покрытий и перекрытий промышленных, сельскохозяйственных и гражданских зданий. Технологические расчеты стеновых ограждающих конструкций уделялось достаточно внимания [2].

Процесс движения тепла с внутренней стороны в наружную и с внешней стороны стены холодильника в камеру можно разделить на несколько

ко этапов. 1) Переход тепла от тепло среды, т.е. от наружного воздуха (для холодильников в летнее время) к поверхности ограждения.

2) Перенос тепла частями ограждения от наружной поверхности стены к внутренней поверхности. 3) Перенос тепла от внутренней поверхности стены камеры к более холодной среде, т.е. воздуху камеры.

В табл. 1 приведены исходные данные для теплотехнического расчета.

Таблица 1 - Исходные данные для теплотехнического расчета ограждающих конструкций промышленных холодильников.

| Данные для теплотехнического расчета ограждающих конструкций                           | Технологическая температура в морозильных камерах: $t_{\text{в}} = -30 \div -35^\circ\text{C}$ ;   | Технологическая температура в камерах хранения мороженных грузов $t_{\text{в}} = -18^\circ\text{C}$  | Технологическая температура охлаждаемых грузов $t_{\text{в}} = 0^\circ\text{C}$  |
|--|--|--|--|
|  | Ограждающая конструкция  |  |  |
| Температура наружного воздуха: зимняя $t_{\text{в}} = -22^\circ\text{C}$               | Пенобетон плотностью $\rho = 300\text{кг/м}^3$ , толщиной $\delta = 0,561\text{ м}$  | Пенобетон плотностью $\rho = 300\text{кг/м}^3$ , толщиной $\delta = 0,473\text{ м}$  | Пенобетон плотностью $\rho = 300\text{кг/м}^3$ , толщиной $\delta = 0,261\text{ м}$  |
| Температура наружного воздуха: летняя $t_{\text{в}} = +31^\circ\text{C}$               | 1) Кирпичная кладка плотностью $\rho = 1600\text{кг/м}^3$ , толщиной $\delta = 0,38\text{ м}$ , 2) утеплитель $\rho = 200\text{кг/м}^3$ , толщиной $\delta = 0,267\text{ м}$ . | 1) Кирпичная кладка плотностью $\rho = 1600\text{кг/м}^3$ , толщиной $\delta = 0,38\text{ м}$ , 2) утеплитель $\rho = 200\text{кг/м}^3$ ; толщиной $\delta = 0,267\text{ м}$ . | 1) Кирпичная кладка плотностью $\rho = 1600\text{кг/м}^3$ , толщиной $\delta = 0,38\text{ м}$ , 2) утеплитель $\rho = 200\text{кг/м}^3$ , толщиной $\delta = 0,267\text{ м}$ . |
| Температура наружного воздуха: среднетемпературная $t_{\text{в}} = +6,7^\circ\text{C}$ | Сталебетон плотностью $\rho = 600\text{кг/м}^3$ , толщиной $\delta = 0,521\text{ м}$   | Сталебетон плотностью $\rho = 600\text{кг/м}^3$ , толщиной $\delta = 0,521\text{ м}$   | Сталебетон плотностью $\rho = 600\text{кг/м}^3$ , толщиной $\delta = 0,521\text{ м}$   |

Расчет паропроницаемости ограждающей конструкции, в данном случае плиты покрытия промышленных зданий, выполнен графоаналитическим методом, разработанным О.Е. Власовым и К.Ф. Фокиным. В результате расчета построена линия распределения температур внутри и линии действительных парциальных и максимальных давлений водяного пара.

Определение температур на границах слоев ограждения выполнялся согласно формуле:

$$t_x = t_e - \frac{t_e - t_n}{R_0} (R_e + \sum R_i) \quad (1)$$

Вычисление значений действительных парциальных давлений водяного пара на границах слоев выполнялось по формуле:



$$e_x = e_a - \frac{e_a - e_s}{R_p} R_{p,x} \quad (2)$$

где  $e_x$  - парциальное давление водяного пара в сечении, Па;  $e_a$  - парциальное давление водяного пара во внутреннем воздухе помещения, определялось по формуле

$$e_s = \frac{\varphi \cdot E_n}{100} \quad (3)$$

где  $\varphi$  - относительная влажность внутреннего воздуха, принимаемая согласно режиму эксплуатации, %;  $E_n$  - насыщающее парциальное давление водяного пара при температуре воздуха внутри помещения  $t_{вн}$ ; Па;  $e_s$  - парциальное давление в наружном воздухе для рассматриваемого периода, Па;  $R_p$  - общее сопротивление паропроницанию, равное сумме термических сопротивлений

Выполнение расчета сопротивления паропроницанию конструкции и условия накопления влаги за годовой период выполнялось согласно формуле

$$R_{n,п} = R_{п1} + R_{п2} + R_{п3} + R_{п4}; \quad R_{n,вн} = \frac{\delta_1}{\lambda_1}; R_{n,вн2} = \frac{\delta_{возд}}{\lambda_{возд}}; R_{n,ст} = \frac{\delta_{ст}}{\lambda_{ст}} \quad (4)$$

Анализ температурно-влажностных характеристик ограждающих конструкций показал, что ограждающие конструкции промышленных холодильников состоящих из кирпичной кладки плотностью  $\rho = 1600 \text{ кг/м}^3$ , толщиной  $\delta = 0,38 \text{ м}$  и утеплителя  $\rho = 200 \text{ кг/м}^3$  толщиной  $\delta = 0,267 \text{ м}$  имеют зону внутренней конденсации только при отрицательных температурах наружного воздуха (рис. 1.)

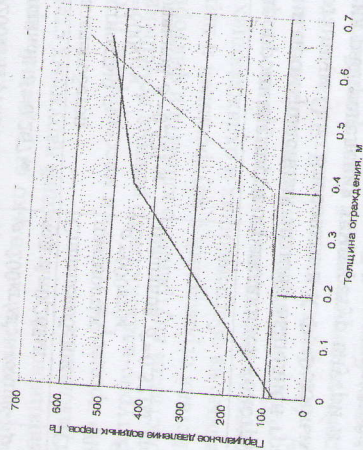


Рис. 1 - График влажностного режима ограждающей конструкции из кирпичной кладки плотностью  $\rho = 1600 \text{ кг/м}^3$  и утеплителя  $\rho = 200 \text{ кг/м}^3$  (технологическая температура охлаждаемых грузов  $t_b = 0^\circ \text{C}$ ; расчетная зимняя температура наружного воздуха  $t_n = -22^\circ \text{C}$ ).

При применении пенобетона плотностью  $\rho = 300 \text{ кг/м}^3$ , толщиной  $\delta = 0,561 \text{ м}$ . зона конденсации отсутствует при отрицательных температурах наружного воздуха, а при положительных температурах наружного воздуха 90 % толщины пенобетонной ограждающей конструкции находится в зоне конденсации, что обусловлено достаточно высокой влажностью пенобетона (рис. 2.).

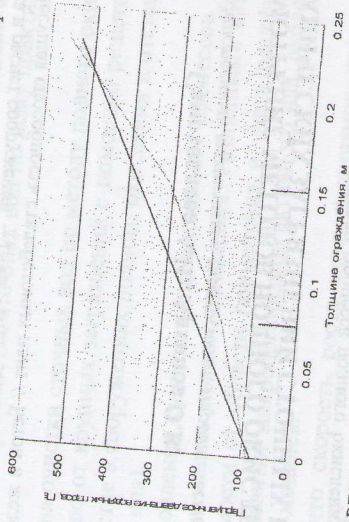


Рис. 2 - График влажностного режима ограждающей конструкции из пенобетона (технологическая температура охлаждаемых грузов  $t_n = 0^\circ \text{C}$ ; расчетная зимняя температура наружного воздуха  $t_n = -22^\circ \text{C}$ ).

Указанные недостатки отсутствуют при применении сталебетонных ограждающих конструкций [3, 4], так как в стальной мембране паропроницаемость зон конденсации отсутствует (рис. 3). Проведенные расчеты показывают полное отсутствие зон конденсации влаги в ограждающей конструкции из сталебетона, что выгодно отличает ее от рассмотренных вариантов.

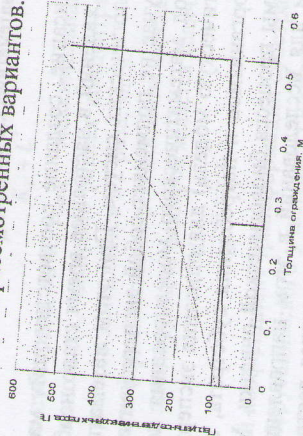


Рис. 3 - График влажностного режима ограждающей конструкции из сталебетона плотностью (технологическая температура охлаждаемых грузов  $t_b = 0^\circ \text{C}$ ; ; расчетная зимняя температура наружного воздуха  $t_n = -22^\circ \text{C}$ ).

Результаты расчета температурно-влажностных характеристик ограждающих конструкций промышленных холодильников позволяют сделать вывод о том, что в сталебетонных ограждающих конструкциях практически отсутствует зона конденсации по всей толщине конструкции.



#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Пирог П.И. Теплоизоляция холодильников. - М.: Госторгиздат, 1961. - 203 с.
2. Малиренко В.А., Релько А.Ф., Чайка Ю.И., Поволочко В.Б. Технічна теплофізика оподожуючих конструкцій будівель і споруд. - Х.: «Рубікон», 2001. - 280с.
3. Чихладзе Э.Д. Напряженно-деформированное состояние сталебетонных плит // Строительная механика и расчет сооружений. - 1990. - №2. - С.22-26.
4. Чихладзе Э.Д. Несущая способность сталебетонных плит // Бетон и железобетон. - 1990. - №10. - С.30-31.

УДК 628.33

Харьковский государственный технический университет строительства и архитектуры

Самохвалова А.И., Архипов О.В.

### РАССМОТРЕНИЕ МЕТОДОВ ПОЛНОГО ОКИСЛЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ СТОЧНЫХ ВОД

В статье представлены основные модели процесса полного окисления органических загрязнений сточных вод.

В статті представлені основні моделі процесу повного окиснення органічних забруднень стічних вод.

In article the basic models for the complete oxidation of organic pollution of wastewater are presented.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: математическая модель, метод полного окисления.

Формальное описание, создание соответствующих математических моделей тех или иных явлений в настоящее время стало необходимым элементом в изучении экологических систем. При этом математическое моделирование ни в коем случае не подменяет собой экспериментальные и натурные исследования. Метод математического моделирования позволяет получить уравнения (математическую модель) для описания экспериментальной динамики роста микроорганизмов и потребления субстрата, а также рассчитать оптимальные режимы процесса биологической очистки. Удобными биологическими объектами для исследований в этом направлении служат системы биологической очистки, в которых осуществляется деструкция многокомпонентного органического вещества сообществом микроорганизмов. Измеряемыми переменными обычно являются суммарная концентрация органического вещества и концентрация общей биомассы, а простые модели, опирающиеся на указанные агрегированные переменные, представляют собой необходимый инструмент инженерного расчета биологических очистных сооружений

[222]

С целью упрощения технологии очистки сточных вод можно отказаться от их первичного отстаивания. Таким образом, создавая условия для развития активного ила в указанной фазе, можно получить чрезвычайно простую технологическую схему очистки сточных вод, что весьма важно для установок небольшой пропускной способности. Этот способ назван методом полного окисления, так как при очистке сточных вод по нему практически не получают отходов.

Технология очистки сточных вод по методу полного окисления сводится к освобождению от крупных загрязнений с помощью решеток или решеточно-периодических сооружений полного окисления и отстаиванию (отделение активного ила).

Для установления сущности происходящих процессов важно выбрать математическую модель полного окисления. Различными авторами предложено в зависимости от области применения и учета различных факторов, влияющих на развитие микроорганизмов активного ила, около двух десятков математических моделей.

Известно, что скорость роста микроорганизмов пропорциональна их биомассе, то есть:

$$\frac{dx}{dt} = \mu x, \quad (1)$$

где  $x$  - масса микроорганизмов, мг/л;  $\mu$  - удельная скорость их роста, 1/сут. При ограниченном количестве питания удельная скорость роста микроорганизмов зависит от этого количества в данный момент времени. Моно было предложено формула этой зависимости, которая имеет вид:

$$\mu = \frac{\mu_{\max} L}{K_L + L}, \quad (2)$$

где  $L$  - количество субстрата, мг/л;  $\mu_{\max}$  - максимальная удельная скорость роста, 1/сут;  $K_L$  - константа, численно равная концентрации субстрата, при которой скорость процесса замедляется в 2 раза, мг/л.

Исходя из скорости ферментативных реакций, была выведена формула Михаэлиса-Ментен, в которой лимитирующим фактором является количество фермента.

$$\frac{dL}{dt} = -\frac{\mu}{y} x, \quad (3)$$

где  $y$  - безразмерный коэффициент трансформации субстрата в биомассу. Модель Н. Д. Иерусалимского учитывает снижение скорости роста бактерий за счет недостатка субстрата и избытков продуктов обмена. Скорость роста микроорганизмов выражается уравнением:

$$\mu = \mu_{\max} \frac{L}{K_L + L} \cdot \frac{K_p}{K_p + p}, \quad (4)$$

где  $K_p$  - константа реакции, численно равная концентрации продуктов обмена, при которой скорость роста замедляется в 2 раза, мг/л;  $p$  - концентрация продуктов обмена, мг/л.

[223]