

Выводы

Экспериментально установлено, что для проведения процесса разделения слоев в качестве реагента можно рекомендовать использовать 30% азотную кислоту при температуре 30...40 °С.

Уменьшение концентрации азотной кислоты в растворе увеличивает время разделения слоёв, а увеличение температуры раствора способствует интенсификации процесса разделения.

Сравнение результатов разделения слоев многослойной упаковки с применением уксусной и азотной кислот показало, что для проведения процесса возможно применение слабой азотной кислоты (концентрация 30%, температура 30...40 °С) вместо рекомендованной ранее концентрированной уксусной кислоты (концентрация 80...90%, температура 60...90 °С [5]).

При использовании азотной кислоты в качестве реагента для обработки многослойных отходов образуется жидкий товарный продукт нитрат алюминия.

Замена реагента позволит упростить технологию разделения слоев отходов и удешевить производство в целом.

Литература

1. <http://www.ladmm.ru>
2. <http://www.upakovano.ru/articles/365616>
3. Садао Нисибори (JP) Патент РФ № 2158182 «Способ и устройство для утилизации слоистой пленки».
4. Николайкина Н.Е., Гонопольский А.А. Рециклинг слоистых алюминированных материалов // Экология и промышленность России. – № 7, 2010.
5. Гонопольский А.А. Комплексная утилизация отходов многослойных упаковочных материалов: Автореф. ... дисс. ... канд. тех. наук. – Москва, 2011.

Использование потенциала отрицательных температур окружающего воздуха в холодоаккумуляционных установках

Д.т.н. проф. Маринюк Б.Т., асп. Серенов И.И., асп. Угольников М.А.

Университет машиностроения
89639253405, serenov90@mail.ru

Аннотация. В статье рассмотрена возможность применения потенциала отрицательных температур для получения холодоаккумуляционной массы льда. Предложена конструктивная схема водолеяных градирен, а также проведены опыты по определению динамики замораживания сферических капель воды.

Ключевые слова: водолеяная градирня, холодоаккумуляционная масса льда, хладоресурс окружающей среды, интенсификация, сферический слой, теплообмен.

В связи с развитием геологоразведочных работ на слабых грунтах в труднодоступных северных районах страны, начиная с 60-х годов прошлого века не прекращается поиск путей снижения затрат на их выполнение. Ряд ученых гляциологов и географов выдвинули предложения по использованию природного холода для возведения ледяных массивов большой толщины 3 – 5 м методом послойного намораживания распыляемых капель воды из форсунок. В зимнее время в таких регионах можно рассчитывать на температуры воздуха –25 °С ÷ –40 °С. При таких температурах процесс замораживания капли идет достаточно интенсивно и в самые короткие временные промежутки. Одним из зачинателей такой технологии был проф. Савельев Б.А. с учениками. В настоящее время это проф. А.В. Сосновский и др.

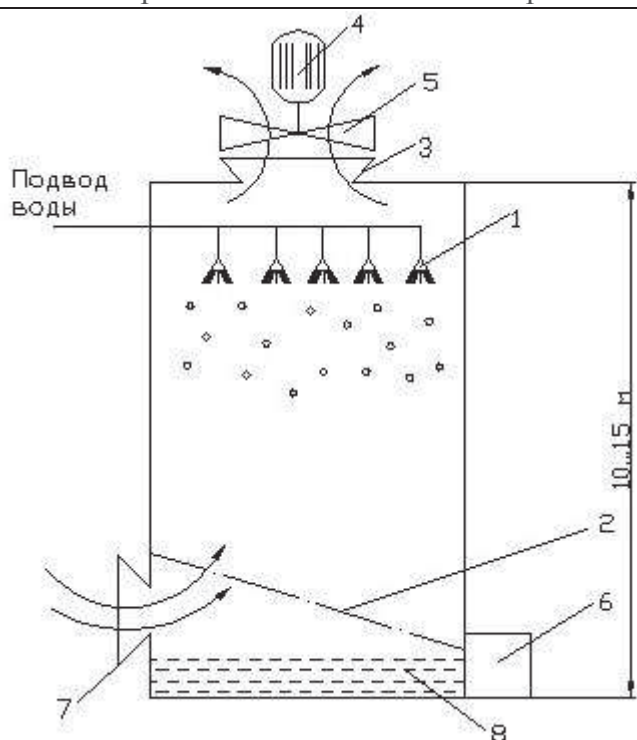


Рисунок 1. Водолеяная градирня с вынужденным протоком воздуха: 1 – форсунки; 2 – наклонная сетка; 3, 7 – окно; 4 – двигатель; 5 – осевой вентилятор; 6 – сборник замороженных капель; 8 – сборник для воды

В ряде отраслей применения искусственного холода с большими потребителями, такими как пищевая промышленность, сельское хозяйство, хладоресурс окружающей среды практически не используется, тогда как в Центральной России в ночные часы зимнего сезона можно рассчитывать на температуры воздуха $-12\text{ }^{\circ}\text{C} \div -17\text{ }^{\circ}\text{C}$, что существенно увеличивает временной интервал замерзания капель воды по изложенной выше технологии получения сферических гранул льда по сравнению с условиями северных регионов, поэтому требуется возведение башен высотой 30 – 40 м, влечет дополнительные капитальные затраты и делает использование природного ресурса холода менее выгодным.

При малых потенциалах низких температур требуется интенсификация теплоотдачи от воздуха, что можно осуществить как минимум в двух вариантах устройств. Согласно первому, водолеяная градирня (рисунок 1) может иметь традиционную схему капельной градирни с закрытым корпусом высотой 10 – 15 м и вынужденным протоком воздуха, забираемого через нижнее входное окно. Вода подается в режиме дождевания из распределителя, размещенного в верхней части градирни. Замороженные капли воды выводятся из пространства корпуса градирни по наклонной сетке в бункер, а капли воды проходят сетку и накапливаются в сборнике. Процесс получения гранул идет непрерывно [3].

В конструкции устройства по второму варианту (рисунок 2) высота башни намного меньше, и замораживание капель производится в режиме витания капель в объеме, образуемом цилиндрическим корпусом и двумя ограничительными сетками. По окончании процесса замерзания капель подача воздуха и воды прекращается и производится выгрузка ледяных гранул, далее процесс повторяется [3].

В дальнейшем этот водный лед в форме сферических гранул можно использовать как холодоаккумуляционную массу в установках охлаждения, транспортировки и хранения рыбы и морепродуктов. Кроме того, холодоаккумуляционную массу льда можно использовать для охлаждения воды до околонулевой температуры, пропуская ее через пористый массив сферических гранул, соединенных друг с другом механизмом диффузии при контакте.

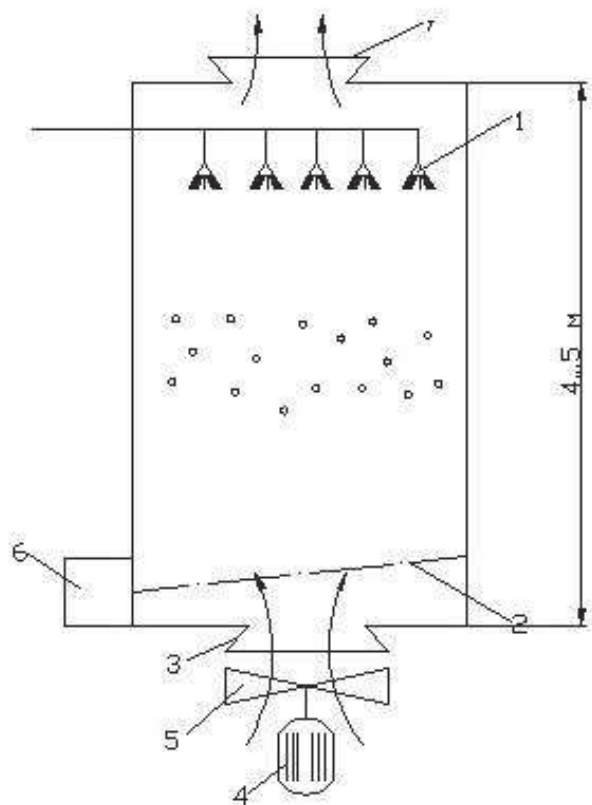


Рисунок 2 Водоледевая градирня в режиме витания капель в объеме: 1 – форсунки; 2 – наклонная сетка; 3,7 – окно; 4 – двигатель; 5 – осевой вентилятор; 6 – сборник замороженных капель

С целью нахождения рациональных режимов замораживания капель воды при заданной температуре воздуха было организовано комплексное исследование, включающее составление аналитической модели и проведение опытов по замораживанию капель воды.

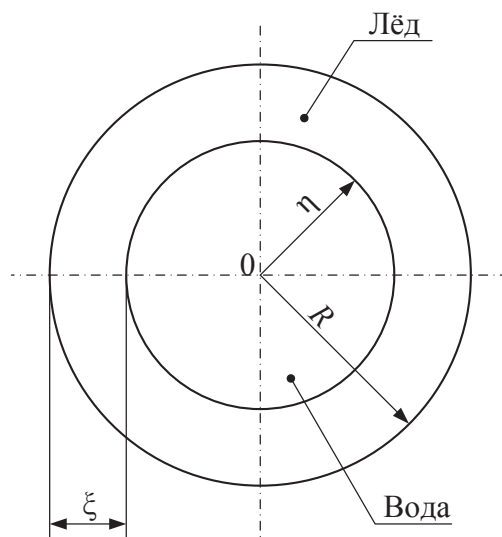


Рисунок 3. Схема термического взаимодействия сферической капли воды, находящейся в охлаждающей среде с отрицательной температурой

Результатом анализа процесса является рабочее уравнение (1), определяющее динамику

замораживания капли в холодном воздухе:

$$\tau = \frac{\frac{L\rho}{\lambda R} \left(\frac{\eta^3}{3} - \frac{R\eta^2}{2} + \frac{R^3}{6} \right)}{T_{\text{ф}} - T_{\text{пов}}}, \quad (1)$$

где L – теплота замерзания воды, $L=334$ кДж/кг;

ρ – плотность льда, $\rho=920$ кг/м³;

R – радиус капли, м;

η – координату фронта фазового превращения, м;

$T_{\text{ф}}$ – температура фазового перехода вода – лед, $T_{\text{ф}}=273$ К;

λ – коэффициент теплопроводности, $\lambda=2,3$ Вт/(м·К);

τ – время замерзания заданного слоя заморозки, с;

α – коэффициент теплоотдачи от воздуха к воде, Вт/(м²·°С);

$T_{\text{пов}}$ – температура поверхности капли, К.

Опыты проводились на стенде, изображённом на рисунке 4.

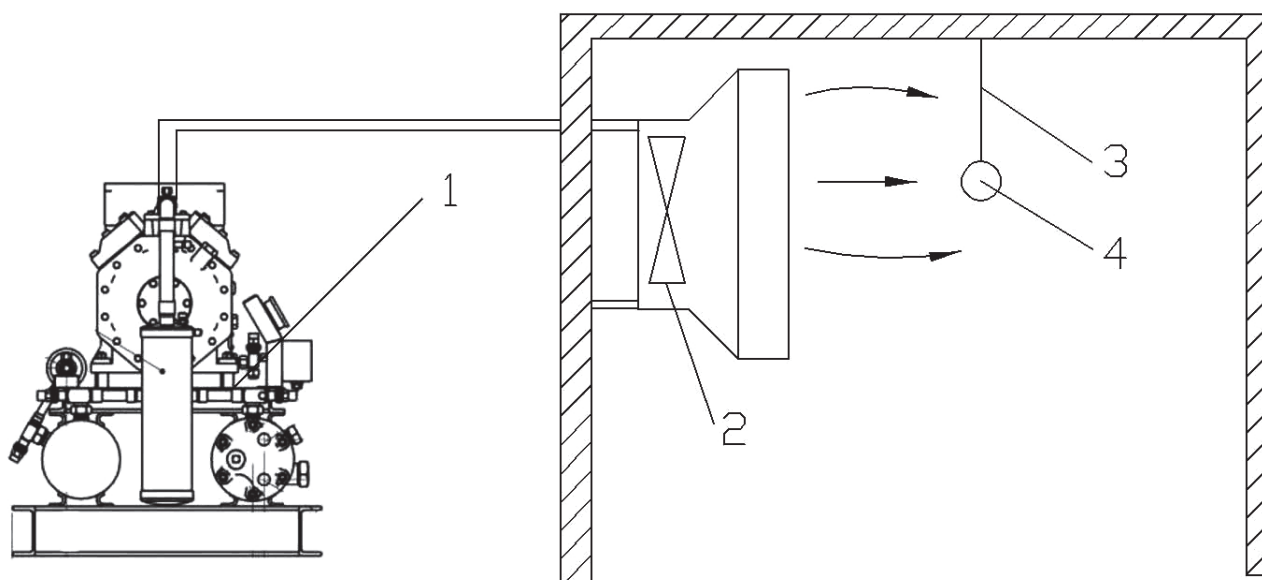


Рисунок 4. Схема опытного стенда: 1 – компрессорно-конденсаторный агрегат; 2 – вентилятор; 3 – шелковая нить; 4 – модель сферической капли

В ходе опытов температуру холодного воздуха в камере поддерживали с помощью компрессорно-конденсаторного агрегата, работающего на хладагенте R22. Рабочее пространство камеры объемом 8 м³ снабжено подвесным воздухоохладителем. Модель сферической капли со средним диаметром Ø8 мм размещалась перед фронтальной плоскостью батареи воздухоохладителя на расстоянии 80-120 мм. Образец подвешивали на малотеплопроводной нити из шелка. Предварительно модель охлаждали в бытовом холодильнике до околонулевой температуры.

Результаты опытов представлены на рисунке 5 в виде отдельных точек, расчеты по формуле (1) – в виде сплошных линий.

Как видно из графика, при толщине слоев замерзания воды менее $0,5R$ капли, сходимость расчетных и опытных величин глубины промерзания модельного образца может быть оценена как удовлетворительная.

В поле графика нанесены данные по замораживанию капель воды в условиях нахождения их в среде холодного воздуха, полученные проф. А.В. Сосновским [2]:

$$\tau = \frac{2,64 \cdot 10^8 R^2}{T_{\phi} - T_{\text{в}} + 2,3(4,8 - 10^3 f C_{\text{в}})} \left[\frac{36,3}{Nu} \cdot \left(1 - \frac{\xi^3}{R^3} \right) \right], \quad (2)$$

где R – радиус капли, м;

ξ – радиус фронта кристаллизации, м;

T_{ϕ} – температура плавления льда, $T_{\phi} = 273$ К;

$T_{\text{в}}$ – температура, подаваемая воздухоохладителем, К;

f – относительная влажность воздуха;

$C_{\text{в}}$ – плотность насыщенного водяного пара;

τ – время замерзания заданного слоя заморозки, с;

Nu – число Нуссельта, $Nu = 2 + 0,6Pr^{0,5} Re^{0,5}$.

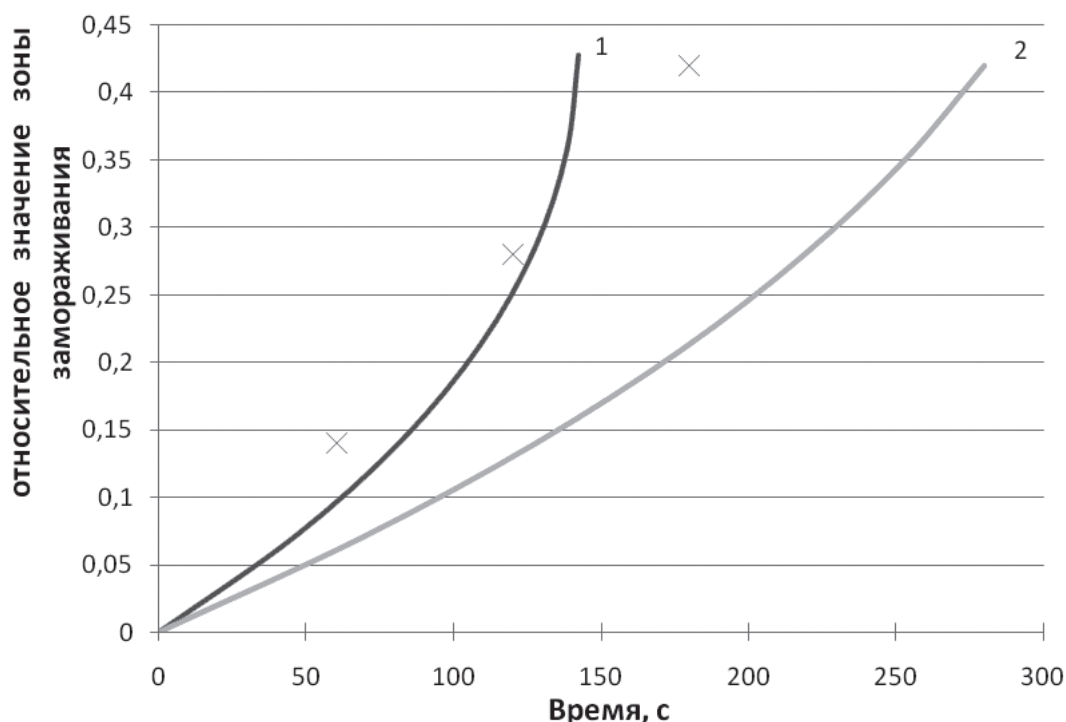


Рисунок 5. Зависимость относительной толщины (ξ/R) промерзания капли от времени (τ): 1 – уравнение (1); 2 – уравнение проф. А.В. Сосновского; $R=0,07$ м; $T_{\text{в}}=250$ К

Заметно значительное отклонение полученных нами значений показателей замораживания от результатов, рассчитанных по формуле проф. А.В. Сосновского.

Обратим внимание на то, что при стремлении $\alpha_{\text{с}} \rightarrow \infty$ приведенная расчетная формула примет вид зависимости, полученной исследователем Ковнером.

Выводы

1. Расчетное уравнение, приведенное в рамках данной работы, предсказывает толщину промораживаемого слоя в сферической капле с точностью до 15%.

2. Определяющими параметрами для замораживания слоя капли толщиной $R - \eta$, будет коэффициент теплоотдачи от воздуха к поверхности капли α , коэффициент теплопроводности льда и температура холодного воздуха.

3. Представленное обобщение дает описание только ограниченного по толщине слоя водного льда в капле, поэтому требуются дальнейшие исследования расширения возможности представленной формулы.

Литература

1. Генералов М.Б. Криохимическая нанотехнология: Учеб. пособие для вузов. -М: Академкнига, 2006. С. 118.
2. Сосновский А.В. Замерзание капель искусственного дождя. В кн.: Материалы гляциологических исследований. Хроника, обсуждения. Вып. 38. -М., 1980, с.73-79.
3. Маринюк Б.Т., Серенов И.И. Анализ и обоснование использования потенциала отрицательных температур окружающего воздуха в холодоаккумуляционных установках. //Сборник тезисов к конференции «Инновационные разработки в области техники и физики низких температур» 10 – 12 декабря 2013 г. С. 80-81.

Очистка сточных вод от окраски кузовов автомобильного завода

Чл.-корр. РАН д.т.н. проф. Систер В.Г., к.б.н. доц. Миташова Н.И., Рогачева В.В.,
Башкатова И.А.*

Университет машиностроения
8 (495) 761-72-71, vgs001@mail.ru
8 (903) 141-98-90, mitanieko@mail.ru
8 (916) 445-42-80
*ООО «НИК»
8 (495) 623-58-77, bashiri@mail.ru

Аннотация. В статье рассмотрена возможность локальной и глубокой очистки сточных вод автозавода при окраске кузовов автомобилей. Выполнены экспериментальные исследования с использованием коагулянтов, выделенных из отходов; сорбционных методов (фильтрованием через гидроантрацит и известь портландит).

Ключевые слова: автозавод, сточная вода, коагулянты, физико-химический анализ, ПДК, динамическая сорбция.

Технологическая линия очистки сточных вод автомобильного завода включает в себя очистку сточных вод всего спектра производственных цехов предприятия (в т.ч. цехов российско-французского производства) [1]. В общей линии очистки используется полимерный коагулянт РЗ-сroni 810, закупаемый за рубежом.

В результате проверки качества локальной очистки на линии стоков завода ($16 \text{ м}^3/\text{ч}$), установлено, что содержание нефтепродуктов, тяжелых металлов, ПАВ и других токсичных загрязнений превышает установленные нормативы.

В общую линию очистки сточной воды завода поступают загрязненные стоки, в т.ч. от окраски кузовов, что увеличивает исходную загрязненность воды. В связи с этим целью нашей работы было изучение способов очистки сточной воды от окраски кузовов физико-химическими методами, в частности методами коагуляции, флокуляции, электрокоагуляции и сорбции.

Нами был проведен физико-химический анализ воды, отходящей после окрашивания кузовов автомобилей из гидрозавесы, после предварительного добавления полимерного коагулянта. Были исследованы различные методы доочистки сточной воды и выбран наиболее эффективный, позволяющий повторно использовать в производстве очищенную воду.

Цех окраски кузовов

Покраска автомобиля – сложный технологический процесс, который включает в себя шпаклевание, грунтование, ремонт, антикоррозийную обработку кузова и всех его деталей и множество других работ, которые предполагает кузовной ремонт [2]. Прежде чем приступить к окраске, следует приобрести материалы и оборудование. Около 90% трудовых затрат приходится на подготовительные работы и только 10% – на окраску и сушку.