

УДК 655:622.692.4.052-519.865

ПРОЦЕССЫ УПАКОВЫВАНИЯ ВЫСОКОЗАСТЫВАЮЩИХ НЕФТЕПРОДУКТОВ В ПОЛИЭТИЛЕНОВУЮ ПЛЕНКУ И МЕТОДЫ ИХ ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ

П.В. КОВАЛЕНКО

(Полоцкий государственный университет)

Приведен анализ существующих способов упаковывания и транспортирования высокозастывающих нефтепродуктов (ВЗНП). Транспортирование высокозастывающих нефтепродуктов может осуществляться в двух агрегатных состояниях: в «горячем» + жидком и «холодном» + твердом. Выявлены недостатки и достоинства транспортирования ВЗНП в жидком и твердом состоянии, которые возникают у производителя, потребителя и транспортной организации. Предложены пути решения по устранению этих недостатков путем использования в качестве упаковочного материала полиэтиленовой пленки. Разработана инженерная методика расчета процесса упаковывания битума в полиэтиленовую пленку.

Высокозастывающими называются нефтепродукты, у которых температура застывания выше температуры окружающей среды. К ним относятся нефтяные битумы, композиции на их основе, парафины и некоторые другие нефтепродукты. Такие свойства этих нефтепродуктов, как химическая стойкость, низкая теплопроводность, водо- и паронепроницаемость, высокая адгезность, эластичность обусловили их широкую область применения в трубопроводном транспорте, строительстве, медицине и других областях.

Все ВЗНП получают и потребляют в «горячем» жидком виде, а перевозят их в основном в твердом упакованном виде.

Большое разнообразие существующих способов упаковывания ВЗНП связано со специфическими свойствами этих нефтепродуктов. Однако эти способы можно объединить в две большие группы: 1) размещение твердого продукта в тару после предварительного его охлаждения; 2) заливка горячих ВЗНП в тару (рис. 1).

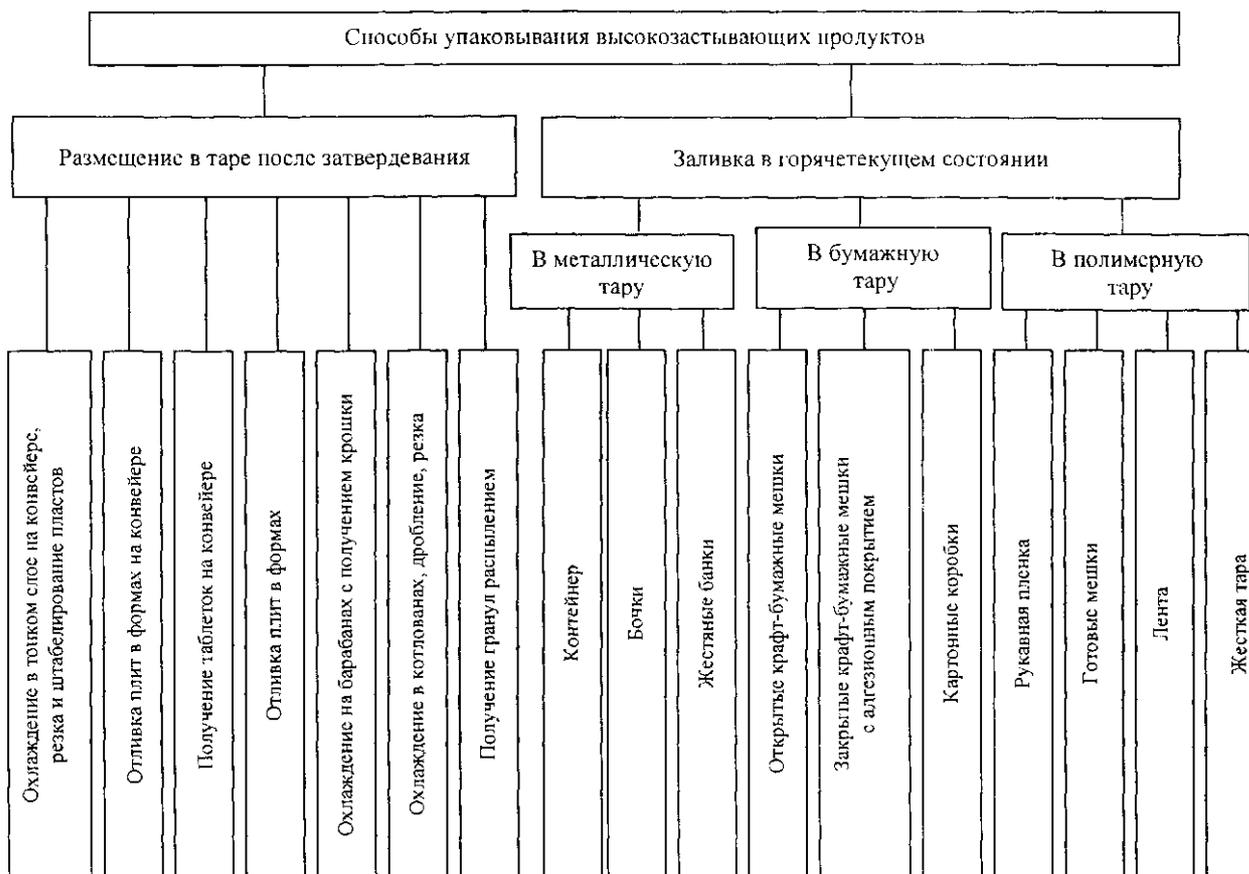


Рис. 1. Способы упаковывания высокозастывающих продуктов

Большинство применяемых в промышленности способов упаковывания ВЗНП имеют существенные недостатки. Несовершенство используемых в промышленности способов упаковывания и транспортирования нефтепродуктов обусловлено в основном применяемой тарой.

Упаковывание твердого продукта в виде плит может производиться в картонные коробки, мешки или термоусадочную пленку. Автоматизированные линии для реализации этого способа довольно сложные, включают большое число механизмов. Однако наиболее серьезный недостаток проявляется на стадии охлаждения при получении плит. Вследствие низкой теплопроводности битумов, парафинов и композиций на их основе время затвердевания составляет несколько часов при относительно небольшой толщине плит. На конвейере малой длины невозможно обеспечить высокую производительность, если толщина охлаждаемого слоя или плиты превышает 10-15 мм. При охлаждении слоя малой толщины его затем необходимо резать на плиты и штабелировать их, что усложняет оборудование. Механизированные установки, реализующие этот способ, имеют высокую металло- и энергоемкость, большие габариты, они сложны и дороги. Кроме того, для их надежной работы требуются антиадгезионные смазочные материалы или покрытия форм. Достоинством является эстетичный внешний вид и правильная форма плит, низкий удельный расход упаковочного материала, так как может использоваться упаковочная пленка очень малой толщины.

В большинстве реализованных способов упаковывания холодного твердого продукта охлаждение до затвердевания производится воздухом при прямом контакте с продуктом.

Однако интенсивность воздушного охлаждения чрезвычайно мала. Она компенсируется увеличением поверхности при диспергировании продукта или при охлаждении в тонком слое, а затем его разрезании или дроблении с получением твердого сыпучего продукта в виде крошки, гранул или таблеток.

Дозирование такого материала осуществляется с помощью автоматических весов или роторных питателей. В качестве тары используются тканевые, полимерные или бумажные мешки, а также резиноканевые контейнеры. Верх заполненных мешков зашивают на швейных головках, размещенных над транспортерами. При использовании клапанных мешков эта операция не требуется. Достоинство этого способа - простота и универсальность оборудования.

Основной недостаток упаковывания продукта в виде мелких частиц - низкий коэффициент использования объема тары (около 60 %) и повышенный ее расход. При хранении частицы продукта могут слипаться.

Практически непреодолимым недостатком диспергирования является унос мелких частиц, обуславливающий потери продукта и загрязнение окружающей среды.

Значительное загрязнение воздуха происходит и при охлаждении битума в тонком слое вследствие развитой поверхности испарения вредных веществ.

Многочисленные попытки использовать более интенсивное водяное охлаждение при непосредственном взаимодействии воды с продуктом в конечном итоге отвергались из-за обводнения продукта - битума и парафина.

В некоторых используемых технологиях производится охлаждение слоя материала водой через стенку: в барабанных машинах, на конвейере фирмы Sandvik, рамных машинах для отливки плит парафина.

Однако осуществить охлаждение водой через стенку с двух сторон слоя затруднительно при его малой толщине, при одностороннем же теплоотводе через стенку эффективность использования воды снижается.

Заливка продукта в тару в горячем текучем состоянии при использовании металлической, многослойной бумажной или картонной тары осуществляется на примитивном оборудовании и требует ручного труда.

Металлическая тара обеспечивает надежную сохранность продукта и его качества при перевозках, перевалках и хранении. Этот способ упаковывания и хранения не требует энергозатрат и времени на охлаждение продукта. Недостатки - высокий расход тары, трудность извлечения продукта из тары, невозможность ее утилизации и загрязнение окружающей среды твердыми отходами, потери не извлеченного из тары продукта.

Эти же недостатки характеризуют и упаковывание в бумажную тару, однако цена и удельный расход ее ниже, чем металлической. Кроме того, при большой массе упаковки, потребителю необходимо ее дробить, что сопряжено с потерями продукта.

При упаковывании в бумажную тару требуется охлаждение продукта до полного затвердевания, так как тара не обладает жесткостью. Для этого необходимы большие производственные площади - время охлаждения продукта составляет от 3 до 5 суток.

Заливка горячего продукта в полимерную тару может осуществляться при воздушном охлаждении, если температура теплостойкости полимера выше температуры продукта. К таким упаковочным материалам относятся полипропиленовая, полиэтилентерефталатная, ацетатная пленки. Имеется целый ряд способов, основанных на горячей заливке в полимерные мешки, вкладыши и на ленточную пленку, с

последующим воздушным охлаждением залитого продукта в формах на конвейере. Однако извлечение продукта из форм возможно только после его полного затвердевания. При низкой интенсивности воздушного охлаждения требуется конвейер большой длины для обеспечения даже небольшой производительности.

Использование водяного охлаждения позволяет заливать горячий продукт с температурой, превышающей температуру теплостойкости и даже температуру плавления полимерной тары. Скорость охлаждения в воде значительно выше, чем на воздухе. Появляется возможность не добиваться полного затвердевания продукта, если отдельные упаковки запечатаны после заливки продукта. За счет этого существенно сокращаются время охлаждения и связанные с ним энергозатраты.

Специфической проблемой водяного охлаждения пленочной полимерной тары является ее сдавливание водой и выдавливание из нее заливаемого продукта, так как плотность продукта в горячем состоянии меньше плотности воды.

Поиск более рациональных способов упаковывания и охлаждения битумов, парафинов и тому подобных материалов идет во многих странах. Наиболее эффективным направлением является использование для упаковывания этих материалов полиэтиленовой пленки.

Большим преимуществом полиэтиленовой пленки является и возможность утилизации вместе с такими продуктами, как битум и его композиции. Это позволяет сократить затраты труда на освобождение продукта от тары при его использовании у потребителя, исключить загрязнение окружающей среды твердыми отходами.

В Полоцком государственном университете разработан способ и различные модификации установок для упаковывания строительного битума в рукавную полиэтиленовую пленку. Технические характеристики установок представлены в табл. 1.

Таблица 1

Техническая характеристика установок для упаковывания строительных битумов в полимерную пленку

Показатели	Ед. изм.	Бипак 2400	Бипак 5000	Бипак 30 000	Бипак 100 000
Производительность	т/год; т/ч	2 400 0,6	5 000 1,2	30 000 7,5	100 000 25
Масса упаковки	кг	40(4×10)	45(3×15)	60(3×20)	50
Расход упаковочного материала	кг/т	8,45	6	8	6
Толщина полиэтиленовой пленки	мм	0,22 (рукав)	0,22 (рукав)	0,22 (рукав)	0,22 (мешки)
Расход электроэнергии	кВт·ч/т	5	6	24	
Расход воды	м ³ /ч/т	5	5	30	
Расход сжатого воздуха	нм ³ /ч/т	10	10	45	
Число рабочих в смене (без погрузки)	чел.	2	2	6	15
Производительность труда	т/ч/чел.	0,3	0,6	0,6	1,67
Формирование грузового пакета		Обандероливанием или на поддонах			На поддонах
Экология		Твердых отходов и газовых выбросов нет			

В табл. 2 приведены некоторые технические характеристики, экологические и экономические показатели различных способов упаковывания битума и парафина.

Сравнительный анализ всех показателей еще раз подтверждает перспективность использования полиэтиленовой пленки для упаковывания ВЗНП.

Упаковывание строительного битума по технологии УО «ПГУ» [5, 6] производится в полиэтиленовый рукав, который раздувается сжатым воздухом и поперечными термосварными швами разделяется на секции. Блок из нескольких секций отделяется от рукава и размещается вертикально в разъемной металлической форме. В секции блочной тары заливаются одновременно равные дозы битума при орошении пленки водой, затем форма раскрывается и блок с битумом в пленке соскальзывает в ванну с водой для доохлаждения.

Указанные способы включают две стадии охлаждения тары с битумом - при заливке и доохлаждении в ванне.

Во время заливки в течение нескольких минут (1 - 5) пленочная тара с «горячим» жидким продуктом размещается вертикально и ее поверхность охлаждается орошением водой или через стенки заливочной формы, конвейера. На этой стадии основной задачей является обеспечение сохранности пленки, так как температура заливаемого продукта составляет 140-170 °С; а температура плавления полиэтилена около 100 °С.

Таблица 2

Сравнительная характеристика способов упаковки битумов и парафинов

Показатели	Битум					Парафин			Битум, парафин, полиэтиленовая пленка (ПГУ)
	Бумажная тара	Металлические бочки		Жестяные банки	Полиэтиленовая пленка Sandvik	Бумажные мешки		Плиты в картонных коробках (АЛРУП, ЯЛП)	
		Крошка с ба- рабана	Плиты						
Масса упаковки, кг	200–250	10	200	20	25	20	25 (5×5)	25 (7×3,6)	40 (4×10)
Ориентировочный расход тары на 1 т продукта, кг	6–8	23	150	–	6	100	55	18-26	6-8
Сохранность качества продукта при перевозке	нет	да	да	да	да	да	да	да	да
Потери продукта, %	15	10	6	9	нет	нет	нет	нет	нет
Утилизация тары	нет	нет	нет	нет	да, используется вместе с битумом	возможна			да
Экология: – вредные пары, – твердые отходы	да да	незначительное количество да да да			да нет	незначительное количество да нет нет нет			
Коэффициент использования полезного объема % – тары – транспортных средств	100 70	100 90	100 70	100 70	100 90	60 90	100 90	100 90	100 90
	Необходимость измельчения продукта перед употреблением	да	нет	да	да	нет	нет	нет	нет
Энергозатраты на 1 т продукта: электричество, т.ч. – вода – холод	30	–			70	3–4	45	14,3	5–10
	нет	нет	нет	нет	2,5	–	–	нет	5–10
	нет	нет	нет	нет	–	нет	–	105	нет
Производительность установки, т/ч	до 25	0,1–0,2	10	–	4	0,25	1,2	–	0,6–7,5
Производительность труда, т/чел.ч	1–2	0,1–0,2	5	–	2	0,04	0,2	–	0,3
Механизация погрузочно-разгрузочных работ	да	нет	да	нет	Да, евро-поддон	нет	нет	да, поддон	да

Для решения этой задачи требуется знать распределение температуры в слое битума у поверхности тары.

Во время доохлаждения в ванне тара с битумом расположена горизонтально и перемещается в воде на плаву, так как у битума плотность меньше, чем у воды.

Для этой стадии необходимо определение времени пребывания тары с битумом в воде, достаточного для затвердевания слоя определенной толщины. При этом возникает вопрос об учете тепла кристаллизации, т.е. о наличии внутреннего источника тепла. Однако битумы представляют собой сложную смесь большого числа компонентов, не имеющую постоянной температуры кристаллизации. Температура затвердевания, определяемая методом Кольца и Шара (КиШ), таковой не является, это лишь условная техническая характеристика.

Таким образом, затвердевание битума следует рассматривать как потерю текучести вследствие резкого возрастания вязкости при охлаждении, т.е. в этом процессе внутренний источник тепла отсутствует.

С другой стороны, с учетом высокой вязкости битумов закономерно предположение о том, что интенсивность конвективного переноса тепла пренебрежимо мала.

Если для упаковывания используются полиэтиленовые мешки [3] или блочная тара, изготовленная из рукава [4], то ее конфигурация близка к прямоугольной, а ширина значительно меньше длины и высоты.

Таким образом, для стадии заливки имеем симметричную задачу нестационарного процесса охлаждения при свободном движении жидкости в ограниченном объеме.

Распределение температуры внутри жидкости описывается следующим уравнением:

$$\frac{\partial t}{\partial \tau} + w_x \frac{\partial t}{\partial x} + w_y \frac{\partial t}{\partial y} + w_z \frac{\partial t}{\partial z} = a \left(\frac{\partial^2 t}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial z^2} \right). \quad (1)$$

С учетом допущений об одномерном переносе тепла и малости конвективных потоков уравнение упрощается:

$$\frac{\partial t}{\partial \tau} = a \frac{\partial^2 t}{\partial x^2}. \quad (2)$$

Битум, залитый в пленочную тару, орошаемую водой, рассматриваем, таким образом, как систему двух пластин, находящихся в тепловом контакте (рис. 2).

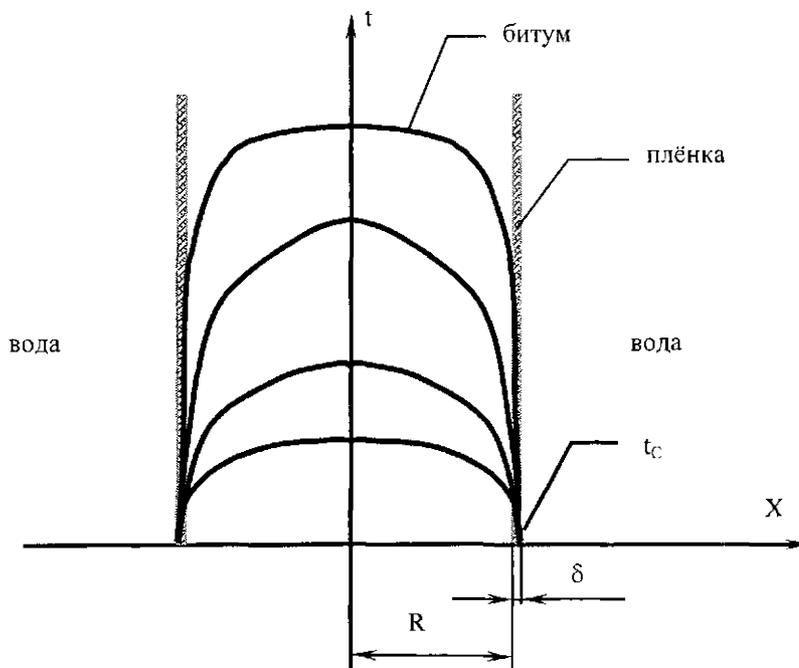


Рис. 2. Распределение температур в упаковке битума, охлаждаемой водой

Толщина пленочной тары δ составляет от 60 до 200 мкм, т.е. она пренебрежимо мала по сравнению с толщиной слоя битума $2R$, которая по нашей технологии равна 80 – 100 мм. В то же время теплопроводность полиэтилена почти в 3 раза превышает теплопроводность битума. Таким образом, термическое сопротивление полиэтиленовой пленки δ/λ невелико и ее наличие практически не изменяет температуры у поверхности упаковки.

Тогда граничные условия 4 рода – между битумом и пленкой – заменяем граничными условиями 3 рода – между битумом и водой:

$$\lambda \cdot \frac{\partial t(R, \tau)}{\partial x} = \alpha_c [t(R, \tau) - t_c]. \quad (3)$$

Определить характер распределения температуры в битуме можно, оценив величину критерия Био:

$$Bi = \frac{\alpha_c R}{\lambda}. \quad (4)$$

Приняв для воды значение $\alpha_c = 250 \text{ вТ/м}^2\cdot\text{К}$ [8], для битума $\lambda = 0,12 \text{ вТ/м}\cdot\text{К}$ [6, с. 48] и $R = 0,05 \text{ м}$, имеем $Bi = 104$.

При $Bi > 100$ [6] температура на поверхности сразу после заливки битума становится практически равной температуре охлаждающей воды вследствие высокой интенсивности теплоотвода водой и малой теплопроводности битума.

Тогда граничные условия третьего рода переходят в условия первого рода – постоянство температуры на поверхности. Начальные условия:

$$t(x, \tau) = t_0 \text{ при } \tau = 0. \quad (5)$$

С учетом этих допущений и постоянства теплофизических свойств поставленная задача преобразуется в классическую задачу нестационарной теплопроводности с граничными условиями первого рода, решение которой для бесконечной пластины имеет следующий вид:

$$\theta = \frac{t(x, \tau) - t_c}{t_0 - t_c} = \sum_{n=1}^{\infty} A_n \cos \mu_n \frac{x}{R} \exp(-\mu_n^2 Fo), \quad (6)$$

где $Fo = a\tau/R^2$.

Для стадии заливки время охлаждения тары с битумом составляет 2 - 3 минуты, при этом величина критерия Фурье мала, т.е. $Fo \ll 0,3$. При малых значениях Fo расчет относительной избыточной температуры как функции относительной координаты x/R и числа Фурье по уравнению (6) довольно трудоемко.

А.В. Лыковым [6] показано, что охлаждение в первые моменты времени происходит аналогично охлаждению полуограниченного тела, когда начало координат находится на поверхности. Число Фурье рассчитывается по уравнению:

$$Fo_x = a\tau x^2, \quad (7)$$

а решение уравнения (6) имеет вид:

$$\theta = \frac{t(x, \tau) - t_c}{t_0 - t_c} = \text{erf}\left(\frac{x}{2\sqrt{a\tau}}\right) = \text{erf}\left(\frac{1}{2\sqrt{Fo_x}}\right). \quad (8)$$

Относительную избыточную температуру на границе защитного слоя битума по известной начальной температуре битума t_0 , температуре охлаждающей воды t_c и температуре теплостойкости (плавления) материала пленки t можно определить по уравнению:

$$\theta = \frac{t - t_c}{t_0 - t_c}. \quad (9)$$

Время пребывания тары с залитым битумом в форме определяем по уравнению:

$$\Sigma = \frac{F_0 \cdot x^2}{a}. \quad (10)$$

Основываясь на приведенных выше допущениях, сделано предположение о возможности использования теории регулярного режима для расчета времени охлаждения или времени пребывания упаковки в ванне с водой.

Регулярный режим характеризуется постоянством темпа охлаждения. Предполагаем, что это справедливо и для жидкого битума. В условиях интенсивного внешнего теплоотвода, в частности при охлаждении водой (при $Bi > 100$), темп охлаждения зависит только от теплофизических свойств тела, его конфигурации и размеров [6]:

$$m_x = \frac{a}{K}, \quad (11)$$

где m_x – темп охлаждения при интенсивном внешнем теплоотводе; a – коэффициент температуропроводности; K – коэффициент пропорциональности, зависящий от геометрической формы и размеров тела.

Упаковка, которая имеет форму параллелепипеда с размерами $l_1 \times l_2 \times l_3$:

$$K = \left(\frac{1}{\left(\frac{\pi}{l_1}\right)^2 + \left(\frac{\pi}{l_2}\right)^2 + \left(\frac{\pi}{l_3}\right)^2} \right). \quad (12)$$

Задаваясь средней конечной температурой битума в упаковке t_k , время пребывания упаковки в ванне с водой определяем по уравнению:

$$\tau = \frac{l_n \theta_1 - l_n \theta_2}{m_w}, \quad (13)$$

где $\theta_1 = 1$; $\theta_2 = \frac{t_k - t_c}{t_0 - t_c}$.

Результаты, получаемые при использовании предложенных уравнений, были подтверждены экспериментальными исследованиями. Несовпадения теоретических и экспериментальных результатов составляет 5-7 %, что допустимо для инженерных расчетов.

Практическая значимость полученных результатов заключается в том, что на базе полученных аналитических зависимостей процесс упаковывания ВЗНП в полиэтиленовую пленку будет автоматизирован.

Новые технологии упаковывания ВЗНП с использованием полимерных упаковочных материалов требуют разработки более современных методов их транспортирования.

«Горячим» способом в странах СНГ перевозится около 20 % строительных и высокоплавких битумов, все дорожные битумы и большая часть парафинов. В странах дальнего зарубежья до 90 % всех ВЗНП транспортируется в «горячем» жидком виде [9].

Для транспортирования ВЗНП в «горячем» жидком виде используется в основном железнодорожный, автомобильный и речной транспорт.

В странах СНГ в «горячем» жидком виде железнодорожным транспортом перевозится около 70 % ВЗНП, остальные - автомобильным. За рубежом доля перевозки ВЗНП железнодорожным транспортом невелика, основное количество ВЗНП в жидком «горячем» виде, например в ФРГ, транспортируется автобуксирами (95 %) [1], во Франции для этого больше используются баржи [9, 10].

Транспортирование ВЗНП в «горячем» жидком виде имеет ряд преимуществ по сравнению со способом транспортирования этих нефтепродуктов в твердом упакованном состоянии.

Достоинствами «горячего» способа транспортирования является то, что значительно снижаются затраты у потребителя, связанные с хранением, разогревом ВЗНП и удалением тары, а у производителя снижение затрат происходит за счет того, что отсутствуют операции охлаждения и упаковывания.

Однако этот способ транспортирования имеет и ряд недостатков - это необходимость использования специализированной тары, имеющей теплоизоляцию и оборудованной средствами обогрева; порожний пробег тары.

При средних расстояниях перевозки ВЗНП в странах СНГ, которые составляют около 1500 км, затраты на порожний пробег тары превышают затраты на разогрев нефтепродуктов.

Невозможность использования «горячего» способа транспортирования при перевалке нефтегрузов с одного вида транспорта на другой.

Около 80 % строительных и высокоплавких битумов в странах СНГ перевозят в твердом виде. Причем железной дорогой перевозят около 70 % ВЗНП, остальную часть - автомобильным, морским и речным транспортом.

Ценные высокоплавкие битумы типа лаковых, рубраков перевозят, как правило, в крытых вагонах или открытых полувагонах в резинотканевых контейнерах объемом] ,5 м³

Небольшую часть битумов и парафинов перевозят в отдаленные районы смешанным железнодорожно-водным транспортом в металлических бочках. Однако утилизация этой тары или ее возврат практически невозможны, в то же время ее цена превышает стоимость продукта. Для перевозки 1 т битума требуется 6 бочек по 200 л, при этом расход металла составляет примерно 200 кг.

Для транспортирования битума в районы Крайнего Севера с использованием железнодорожно-морского транспорта институтом ПромтрансНИИпроект разработана технология с использованием контейнеров типа СК-6-10 вместимостью 10 т.

Недостатком использования таких контейнеров является сложность извлечения из них битума, так как контейнер не имеет обогрева. Кроме того, неэффективно используется грузоподъемность железнодорожных платформ при возврате порожних контейнеров, из-за того, что их можно размещать лишь в один ярус.

Мелкорасфасованный (10 - 15 кг) битум перевозят в крытых вагонах навалом. Погрузка и разгрузка производится вручную, что требует продолжительного простоя вагонов и больших трудозатрат.

85 % строительных и высокоплавких битумов в странах СНГ транспортируют упакованными в крафт-бумажную тару.

Такое широкое использование крафт-бумажной тары для упаковывания твердых битумов в странах СНГ обусловлено тем, что она позволяет обеспечивать очень высокую производительность при простой технологии налива. Одновременно может заливаться до 2 т битума, т.е. 6-8 мешков по 200 - 250 кг. Это единственное достоинство использования крафт-бумаги в качестве тары для твердых битумов.

На операциях же хранения и транспортирования твердых битумов, упакованных в крафт-бумажную тару, возникают большие проблемы.

Хранение твердых битумов, упакованных в крафт-бумажную тару, предполагает наличие больших складских помещений или площадок на заводах и перевалочных нефтебазах, поскольку его складирование производится в один ярус.

При транспортировании битума в полувагонах, его грузят навалом или упорядоченно в 2 -- 3 яруса. Загрузка полувагона составляет 40 т. т.е. используется примерно 70 % его грузоподъемности, так как болванки битума имеют неправильную цилиндрическую форму.

Во избежание слипания мешков с битумом между ярусами укладывают доски, что увеличивает затраты на материалы и трудоемкость погрузки. При перевозке битума в бумажной таре в летнее время зачастую болванки слипаются в монолитную массу, которую для выгрузки приходится дробить вручную. В результате продолжительность разгрузки превышает нормативы вдвое, увеличивается простой вагонов, происходят потери битума. Кроме того, бумажная тара является причиной пожаров на железнодорожном транспорте.

Крупные болванки битума в бумажной таре крайне неудобны и для потребителей. Перед закладкой в плавильные котлы их приходится дробить вручную (рубят топором) и освобождать от бумаги. Бумага плохо отделяется от битума, ее остатки извлекают из котлов также вручную. Однако бумага попадает в битумные покрытия, ухудшая их качество и снижая срок службы.

Общие потери битума при упаковывании, перевозке и подготовке к потребителю достигают 15 %. Эти потери приводят к загрязнению окружающей среды твердыми отходами. Кроме того, безвозвратно теряется до 8 кг бумаги на 1 т битума.

Для усовершенствования способа транспортирования ВЗНП в твердом виде большой интерес представляет в качестве упаковочного материала полиэтиленовая пленка.

Полоцким государственным университетом разработана технология и оборудование для упаковывания ВЗНП в полиэтиленовую пленку.

Упаковывание производится путем заливки горячего продукта в объемные полиэтиленовые мешки по 50 кг либо в блочную тару, изготовленную из рукавной пленки. Установка упаковывания строительных битумов в блочную тару имеет производительность от 0,6 до 2,4 т/ч. Получаемые на ней брикеты битума массой 10, 15, 20 кг объединены в блоки по 3 или 4 штуки. Упаковочная рукавная пленка имеет толщину 0,2 мм, расход пленки - около 6 кг на 1 т битума.

Использование полиэтиленовой пленки для упаковывания ВЗНП решает практически все проблемы на стадиях упаковывания, транспортирования и потребления, возникающие при использовании битума, упакованного в крафт-бумажную тару.

У потребителя мелкая фасовка исключает необходимость дробления битума перед закладкой в котел, при этом отсутствуют потери битума, окружающая среда не загрязняется твердыми отходами, а добавка полиэтилена улучшает качество битума.

Все проблемы, которые возникают при транспортировании битума в крафт-бумажной таре, предлагается решить путем формирования транспортного пакета из мелкофасованного битума, упакованного в полиэтиленовую пленку. Это связано с тем, что пакетные перевозки позволяют механизировать погрузочно-разгрузочные и складские операции, освободить рабочих от тяжелой и трудоемкой ручной работы, обеспечить сохранность и качество продукции, исключить простой транспорта.

Существуют следующие способы пакетирования - формирования укрупненных грузовых единиц из мелких упаковок:

- укладка без поддона, обвязывание лентой, проволокой или другим материалом;
- укладка на плоский поддон с обвязыванием;
- укладка в стоечный (ящичный) поддон;
- укладка на плоский поддон и скрепление растягивающейся пленкой;
- укладка без поддона и скрепление термоусадочной пленкой.

Выбор способа пакетирования зависит от формы, размеров упаковки и способности продукта сопротивляться термическим и механическим воздействиям.

Из всех существующих способов формирования транспортных пакетов наиболее рациональными для мелкофасованных битумов являются два способа укладки: на поддон с обвязыванием и в термоусадочной пленке.

Для реализации первого способа нами предлагается использование упрощенной конструкции поддона с обвязыванием полимерной лентой, как показано на рис. 3 и рис. 4.

Твердый битум хорошо сохраняет форму, и нет необходимости использовать поддон со сплошным настилом. Упрощенный поддон имеет меньший вес, что снижает его стоимость и затраты на перевозку.

Надежная фиксация блоков с продуктом в пакете обеспечивается тем, что обвязочная лента укладывается в несколько углублений между отдельными упаковками верхнего блока.

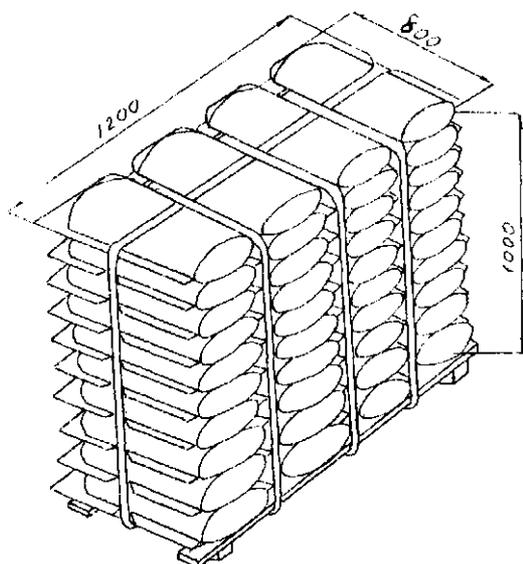


Рис. 3. Транспортный пакет из блоков битума на упрощенном поддоне

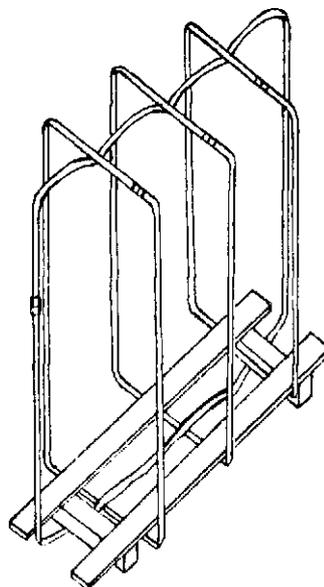


Рис. 4. Схема упрощенного поддона и обвязки лентой транспортного пакета

Наиболее экономичным способом формирования укрупненной грузовой единицы из более мелких упаковок (брикетов) битума в полиэтиленовой пленке является использование термоусадочной пленки без применения поддонов. Термоусадочная пленка практически не изменяет массы битума, обеспечивает его сохранность от загорания, хищения, от атмосферных осадков и загрязнения. Транспортный пакет в термоусадочной пленке можно грузить и выгружать с помощью кранов, вилочных погрузчиков и других подъемных механизмов. При отсутствии последних в отдаленных пунктах назначения пакет легко расформировать, разрезав пленку, и производить выгрузку брикетов вручную. Кроме того, в отличие от бумажной тары, полиэтиленовая пленочная упаковка является герметичной, благодаря чему под воздействием высокой температуры и солнечных лучей брикеты битума и транспортные пакеты сохраняют свою форму.

Можно пакеты формировать и на поддонах, что в ряде случаев надежнее и удобнее, однако дороже.

Экспериментально была подтверждена возможность формирования транспортных пакетов битума в термоусадочной пленке. Стандартные объемные полиэтиленовые мешки вместимостью 50 л были заполнены битумом, из которых затем формировали транспортный пакет на стандартном деревянном поддоне. Мешки укладывались рядами по известной схеме: 2 мешка вдоль, один поперек. Пробная упаковка была получена на установке ОАО «Полимир», предназначенной для формирования транспортных пакетов из мешков с гранулированным полиэтиленом. Было установлено, что кратковременное воздействие высокой температуры в термоусадочной камере не приводит к деформации и расплавлению мешков с битумом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Упаковывание битума в термопластичную пленку. Пат. США № 3564808.
2. Способ и устройство для затаривания битума в полиэтиленовую пленку. Пат. США № 4137692.
3. Способ и устройство для затаривания битума в полиэтиленовые мешки. Патент Великобритании № 2156302.
4. Пат. СССР № 1535759; Пат. Республ. Беларусь № 139. Способ упаковки тугоплавких битумов в термопластичную пленку / З.С. Теряева, В.К. Липский, С.С. Шалаев, П.И. Швед.
5. Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии. - Л.: Химия, 1976,
6. Лыков А.В. Теория теплопроводности. - М.: Высшая школа, 1967. - 600 с.
7. Справочник химиков. - М., Л.: Химия, 1968,
8. Пат. СССР № 1790531; Пат Республ. Беларусь № 133. Установка для упаковывания битума в термопластичную рукавную пленку / З.С. Теряева, В.К. Липский, В.В. Ковалевский, В.Г. Тетрук, П.В. Коваленко.
9. Фрязинов В.В., Смирнов Л.П., Грудников И.В. Зарубежный опыт хранения, затаривания и транспортирования битумов: Тематич. обзор. Сер. Транспорт и хранение нефтепродуктов и углеводородного сырья. - М.: ЦИИТЭНефтехим, 1981.
10. Фрязинов В.В., Грудников И.В. Транспортирование и хранение нефтяных битумов. - М.: ЦИИТЭНефтехим, 1981.