

ОСОБЕННОСТИ ТЕПЛООВОГО ПРОЦЕССА НАГРЕВА БИТУМА В НАЗЕМНЫХ РЕЗЕРВУАРАХ

С. С. САЕНКО, Ю. Я. НИКУЛИН

ФГБОУ ВПО «Ростовский государственный строительный университет»,
г. Ростов-на-Дону

Аннотация. Представлены результаты натурных наблюдений за температурными полями в битуме металлического резервуара РВС-1000. Предложено конструктивное решение проблемы энергосбережения при хранении и подготовке битума в наземных битумохранилищах.

Ключевые слова: битум, хранение, резервуар металлический стальной, нагрев, потери тепла, энергосбережение.

Накопление битума в межсезонье – распространенная практика производственных предприятий по выпуску горячих асфальтобетонных смесей в Российской Федерации. Объяснений тому может быть множество: сложившаяся практика со времен плановой экономики Советского Союза, недостаточно развитая инфраструктура поставок для обеспечения работы «с колес» или, например, значительная разница в стоимости органического вяжущего в строительный сезон и межсезонье.

По данным наблюдений за динамикой цен на битум в течение 2012–2013 гг., подготовленным ООО «ОМТ-Консалт» [1], максимальный разброс в ценах в течение года составил (рис. 1): в 2012 году – 3 000 рублей за тонну, в 2013 году – 5 250 рублей за тонну (сумма получена как разница между максимальной стоимостью в строительный сезон и минимальной суммой за тонну битума в исследуемом году до начала строительного сезона).

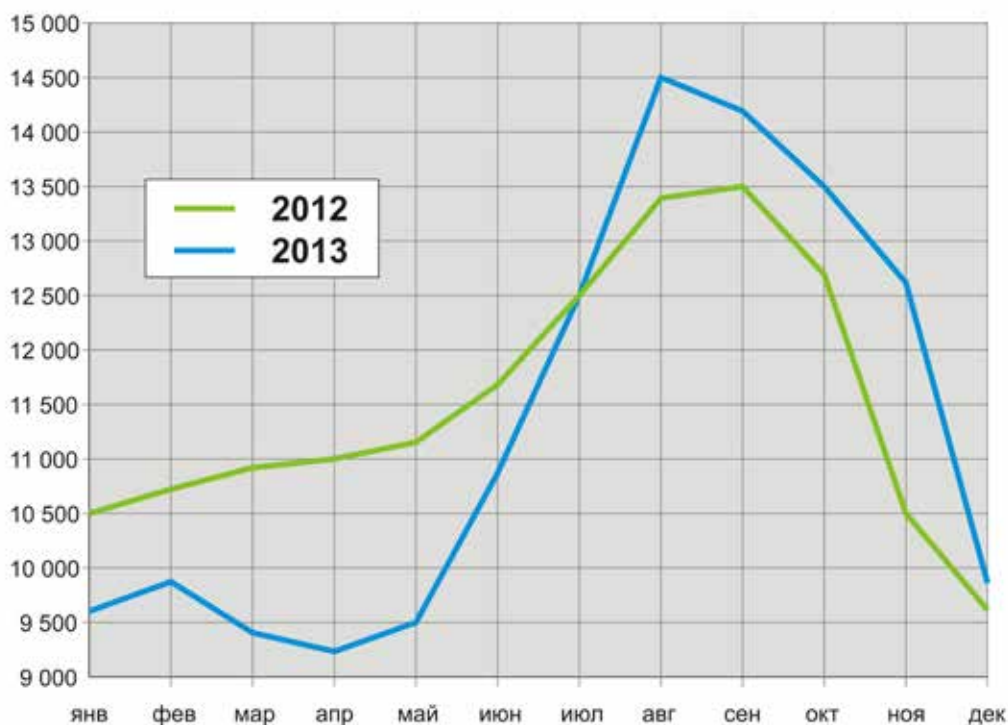


Рисунок 1. Динамика крупнообитовых цен БНД в 2012 и 2013 гг., руб./т

Такая динамика характерна для многих нефтеперерабатывающих заводов (рис. 2). Существенный разброс цен на один и тот же продукт (битум) в течение года заставляет, в стремлении к увеличению конкуренто-

способности, менеджмент дорожно-строительных организаций принимать решения по созданию мощных складов органического вяжущего на асфальтобетонных заводах.

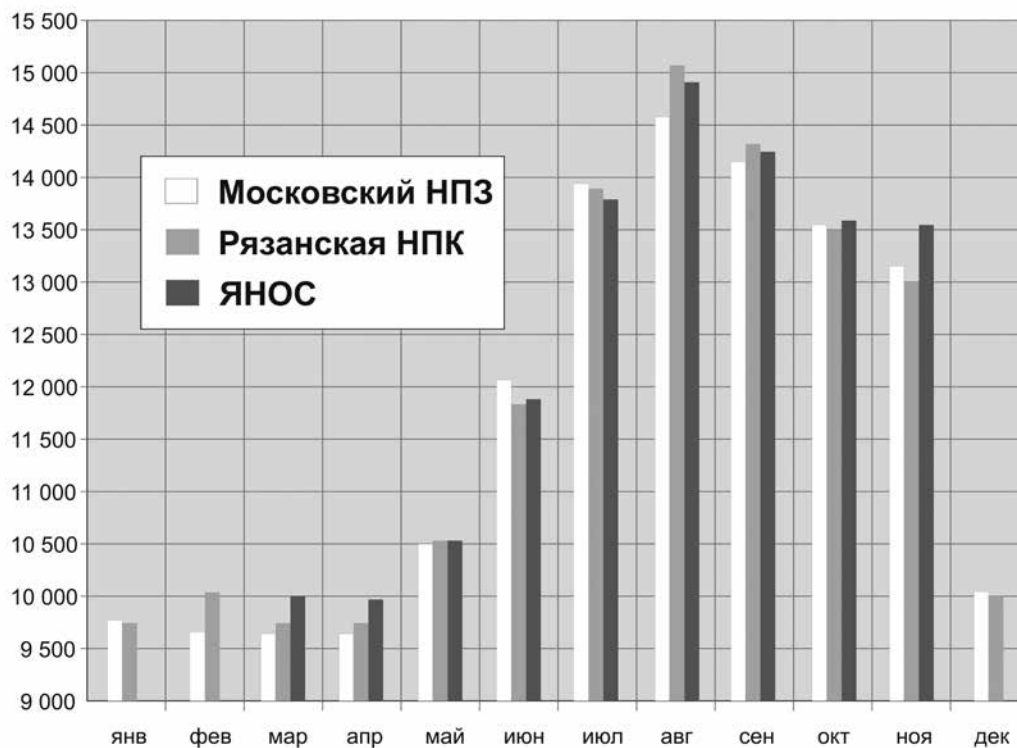


Рисунок 2. Динамика цен БНД в ЦФО самовывозом, руб./т

Долгое время эту функцию выполняли ямные (подземные) хранилища. Сегодня им на смену приходят вертикальные и горизонтальные стальные резервуары. Подобные объекты складской инфраструктуры считаются более экономичными и экологичными по сравнению со своими советскими предками. Действительно, хранение в наземных резервуарах исключает такую ненужную операцию, как обезвоживание битума, в результате которой не только впустую тратится огромное количество энергии, но значительно удлиняется технологический процесс, а кроме того, возможны ухудшения качества столь чувствительного продукта – битума.

Существует несколько подходов к организации склада, объемом от 500 тонн: использование тепловой защиты вертикального резервуара или работа без нее, нагрев посредством передачи тепла от масляных регистров или электрических нагревателей. Однако не

вызывает вопросов место размещения нагревательных поверхностей: для забора битума «под ноль» и упрощения конструкции элементы нагрева располагаются на днище резервуара.

Очевидно, что без специальных мероприятий при хорошей тепловой изоляции такая конструктивная схема уже через некоторое время после начала строительного сезона приведет к относительно равномерному прогреву всего хранимого объема битума, что приведет к увеличению площади нагретой поверхности и к росту потерь тепла, а также может негативно отразиться на качественных характеристиках битума.

Задавшись этим вопросом, в августе 2013 года на производственной базе ООО «КДСМ» (г. Ростов-на-Дону), мы провели исследования температурных полей битума в наземном резервуаре хранения РВС-1000 объемом хранения 1 000 м³. Резервуар снабжен масляной

системой нагрева. Нагревательные элементы выполнены собственными силами работников предприятия и включают три контура: донный, пристенный и местный регистры. В качестве нагревателя масла используется АНТ-100, максимальной тепловой мощностью 1 000 кВт. Теплоизоляция резервуара – минеральные маты на основе стекловолокна URSA GEO M-25 толщиной 10 см. Примерный объем битума в резервуаре в момент проведения испытаний – 600 тонн. Высота слоя битума в хранилище – 7 м.

В качестве измерительного оборудования в работе использован датчик температуры – преобразователь сопротивления ДТС типа ТСМ 50М с трехпроводной схемой соединения, регистрация сигнала – микропроцессорным измерителем-регулятором

ТРМ 1А-Н.ТС.Р, температура на поверхности теплоизоляционного слоя определялась пирометром Opttris MS Pro, температура воздуха – термометром лабораторным ТЛ-2.

Датчик температуры на страховочном тросе опускался через люк-лаз резервуара РВС-1000 с остановками в намеченных для измерения точках. Выбранный шаг измерений – 1 м. С целью компенсации инерционности датчика при проведении измерений отсчет на каждой точке снимался тогда, когда в течение 5 минут изменения показаний терморегулятора составляли не более $\pm 0,5$ °С.

Работа выполнялась в разгар строительного сезона, исследуемый резервуар без каких-либо затруднений выдавал ежедневно объем битума, равный суточной потребности производства в нем.

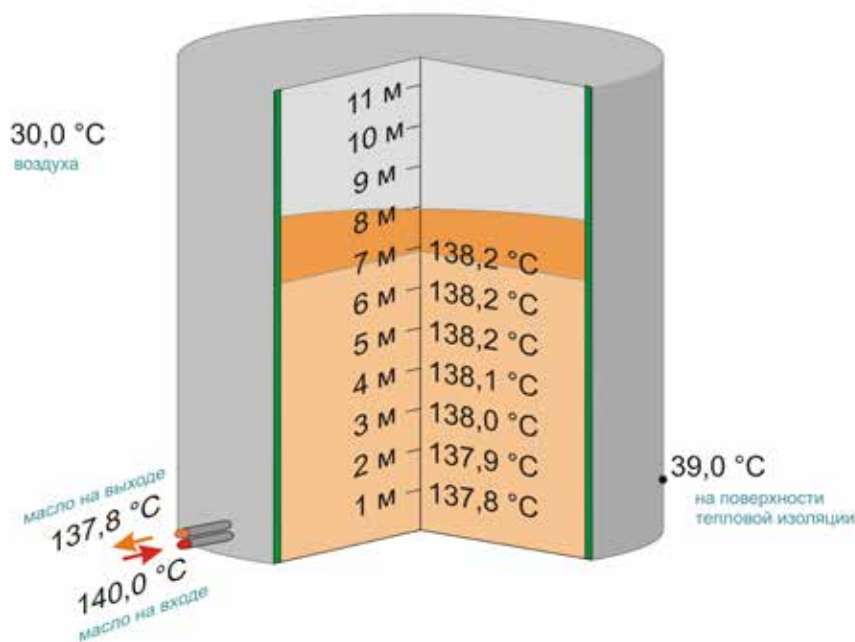


Рисунок 3. Температурные поля в битуме резервуара РВС-1000

Обследования показали (рис. 3), что существенной разницы в температуре по глубине битума в хранилище нет, что подтвердило правильность выдвинутой гипотезы. Весь битум в хранилище (порядка 600 тонн) находился при температуре 138 °С, что соответствует среднему значению температуры масла. Производительность исследуемого объекта (асфальтобетонного завода) – 100 тонн/час, что определяет ежедневную потребность в битуме в размере 50 тонн, а это значит, битум из резервуара РВС-1000 провел еще порядка 12

дней при высокой технологической температуре, прежде чем попал в асфальтобетон. Наверняка такой режим подготовки битума отражается на его качестве и качестве выпускаемых смесей. Это еще предстоит выяснить, работа в этом направлении пока не велась.

Другим важным аспектом сложившейся практики хранения и подготовки битума в вертикальных стальных резервуарах большого объема является величина тепловых потерь в окружающую среду, определяемая параметрами тепловой изоляции, габаритными раз-

мерами хранилища и температурным градиентом между хранимым продуктом и наружным воздухом.

Расчетом установлено, что при существующей технологии хранения и подготовки битума в РВС емкостью 1 000 м³ и при наличии битума в ней в объеме 900 тонн на подготовку его к рабочему состоянию, без учета потерь в окружающую среду, потребуется затратить $57\,716 \cdot 10^3$ ккал, из которых на плавление необходимо $28\,060 \cdot 10^3$ ккал, на нагрев до 100 °С – $22\,818 \cdot 10^3$ ккал и догрев битума около – 750 тонн до температуры 130 °С $4\,837 \cdot 10^3$ ккал.

Таким образом, затраты тепла за время переходного процесса составят $70\,827 \cdot 10^3$ ккал.

В дальнейшем система нагрева работает только на компенсацию тепловых потерь в окружающую среду, которые составляют в сутки около $(2-3) \cdot 10^6$ ккал. Потери тепла

в окружающую среду за период подготовки РВС при наличии тепловой изоляции (стекловата 10 см) составляют около $13\,110 \cdot 10^3$ ккал, то есть в пределах 20% общих затрат, что является весьма значительной величиной.

Решение описанной проблемы хранения битума в наземных хранилищах видится в локализации нагреваемого битума вокруг донных нагревателей путем устройства специального защитного кожуха [2].

Кожух представляет собой цилиндрическую конструкцию с конусообразной крышей (рис. 4), в центре которой расположена труба с клапаном и уровнем поплавкового типа для сообщения с атмосферой и предотвращения возможности образования вакуума под кожухом при откачке битума. Часть крыши кожуха покрыта теплоизоляционным материалом, другая – выполнена из металла. В нижней цилиндрической части кожуха имеются проходные отверстия, оборудованные козырьками.

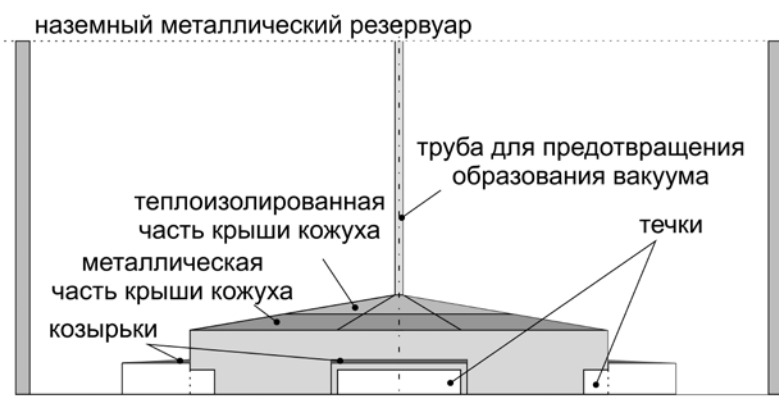


Рисунок 4. Резервуар для хранения битума с кожухом для локализации нагрева

Сущность технического решения заключается в том, что корпус и крыша кожуха обеспечивают локализацию нагретого донными нагревателями битума, блокируя свободную конвекцию вяжущего в пространстве хранимого битума. При этом для предотвращения интенсивного прогрева битума над кожухом посредством теплопередачи от его поверхности часть крыши теплоизолирована, оставшаяся часть (не имеющая тепловой изоляции), в свою очередь, обеспечивает предварительный нагрев, точнее, плавление битума над кожухом для обеспечения поступления его под козырьки.

По сути, подготовка битума в хранилище с кожухом идет в три этапа: на первом эта-

пе – плавление в хранилище в пространстве над кожухом за счет потерь от металлической поверхности крыши кожуха и настенными нагревателями хранилища; предварительный нагрев на втором этапе под козырьками кожуха нагревательными элементами, расположенными в этой области; и окончательный нагрев (до температуры перекачки) – непосредственно под кожухом донными нагревателями.

При откачке битума через патрубок под кожухом предварительно нагретый битум из-под козырьков поступает на его место. В свою очередь, битум из основного отсека хранения заполняет пространство под козырьками. Обеспечивается поточная схема нагрева.

Введение кожуха и локализация под ним нагретого до 100–110 °С битума, при хранении битума вне кожуха с температурой не выше 60–65 °С позволит существенно снизить потери в окружающую среду и сократить время, а следовательно – и энергозатраты в переходный период подготовки РВС.

Так, полные тепловые затраты в переходный период составят $31\,614 \cdot 10^3$ ккал, а потери тепла в окружающую среду $1\,754 \cdot 10^3$ ккал, то есть 5–6%. При этом время переходного периода сокращается в 2–3 раза.

Реализация технического решения в наземные резервуары объемом 1 000 тонн позволит снизить потери в окружающую среду в среднем в 2–2,5 раза (при однократном заполнении и расходовании хранилища).

Использование кожуха эффективно и в хранилищах больших объемов.

ЛИТЕРАТУРА

1. OMT-consult [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.omt-consult.ru/files/reports_new/itogi_2013_g_rynok_bitumov_red_kor.

2. Пат. РФ 134943 Наземное битумохранилище МПК E01C 19/08, C10C 3/12 / Ю. Я. Никулин, Д. Р. Апкалимов, С. С. Саенко, Л. В. Еремина. – 2013132780/03 ; заявл. 15.07.2013 ; опубл. 27.11.2013. – Бюл. № 33. – Приоритет 15.07.2013. – С. 2.

Саенко Сергей Сергеевич, канд. техн. наук, доцент кафедры «Автомобильные дороги», ФГБОУ ВПО «Ростовский государственный строительный университет»: Россия, 344022, г. Ростов-на-Дону, ул. Социалистическая, 162.

Никулин Юрий Яковлевич, канд. техн. наук, профессор, ФГБОУ ВПО «Ростовский государственный строительный университет»: Россия, 344022, г. Ростов-на-Дону, ул. Социалистическая, 162.

Тел.: (863) 201-91-01

E-mail: svkuba@mail.ru

SPECIFIC FEATURES OF THE THERMAL PROCESS OF HEATING BITUMEN IN GROUND TANKS

Saenko Sergey Sergeevich, Cand. of Tech. Sci., Ass. Prof. of “Automobile roads” department, Rostov State construction university. Russia.

Nikulin Yuriy Yakovlevich, Cand. of Tech. Sci., Prof., Rostov State construction university. Russia.

Keywords: bitumen, storage, metal steel tank, heating, heat losses, saving energy.

The work presents the results of field observation of temperature fields of bitumen in PBC 1000 metal tank. It suggests the design solution of the problem of saving energy during storage and preparation of bitumen in ground bitumen depots.