

**Никулин Ю. Я., Гутикова Л.И.,
Саенко С.С.**

ВЫСОКОЭФФЕКТИВНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ХРАНЕНИЯ И ЗАБОРА ИЗ ХРАНИЛИЩА ДОРОЖНЫХ БИТУМОВ

Бесспорно, основным материалом для строительства и ремонта автомобильных дорог, определяющим срок службы покрытий, являются дорожные битумы.

В последнее время к битумам особенно повышен интерес не только в России, но и за рубежом. По проблеме качественных битумов имеется значительное количество публикаций, созданы международные организации, объединяющие как европейские страны, так и другие страны Международного сообщества (Европейская ассоциация производителей битума - EUROBITUME, Международная дорожная федерация (IRF), Международная ассоциация дорожных конгрессов (PIARC) и другие), занимающиеся всеми аспектами, касающимися битумов, в том числе и взаимосвязями между их свойствами и эксплуатационными качествами асфальтобетонных покрытий.

В России суть последних предложений по повышению качества дорожных битумов сводится к ужесточению стандартных требований, которым должны отвечать битумы, поступающие с нефтеперегонных заводов. Большое сожаление вызывает тот факт, что лишь отдельные ученые /1, 2, 3/ и производственники /4/ обращают внимание на проблемы, возникающие при дальнейшем неквалифицированном их использовании вследствие отсталой технологии приема, хранения и приготовления на АБЗ, ухудшающей в результате и без того их низкое исходное качество. Хотя, на наш взгляд, имеются достаточно серьезные разработки, массовое внедрение которых на производственных предприятиях дорожного строительства принесло бы значительную экономию энергетических ресурсов, улучшило состояние окружающей среды в рабочей зоне асфальтобетонных заводов, а самое главное при небольших затратах на реконструкцию позволило бы значительно

снизить негативное влияние технологических факторов (высокой температуры и длительного нагрева, обводнения в процессе хранения и т. п.) на исходные свойства битумов.

Не секрет, что и поныне для обеспечения бесперебойной работы асфальтобетонных заводов в дорожной отрасли России сохраняется практика длительного хранения битума. В межсезонные сроки накапливается его запас, который складывается в основном в ямных хранилищах /4/. Как следует из справки по технической оснащенности битумохранилищ, составленной Управлением инноваций и технического нормирования в дорожном хозяйстве Министерства транспорта РФ, объем битума, находящегося на хранении в таких хранилищах за сезон, составляет примерно 70 - 75 %.

Известно, что ямные битумохранилища, особенно в последнее время, в связи с подъемом уровня грунтовых вод, обводняются. С наступлением строительного сезона битум в хранилищах разогревают до состояния текучести и поддерживают его в этом состоянии весь строительный сезон. При его нагреве вода опускается вниз и скапливается в донной части хранилища. Донный забор приводит к заполнению приемка битумом с большим содержанием воды. В приемке обводненный битум догревают до температуры 90 - 95°C, а затем перекачивают в котлы для последующих технологических операций подготовки (выпаривание, нагрев до рабочей температуры и хранение при рабочей температуре) для использования его при приготовлении асфальтобетонной смеси.

Существующие ямные битумохранилища обладают рядом недостатков, к которым следует отнести:

- значительное время заполнения приемков, так как оно производится из нижних слоев хранилища, в которых битум наименее нагрет и обладает большой вязкостью;

- в основном нагревается большой объем битума в хранилище и велики затраты энергии на компенсацию внешних потерь, что приводит к тому, что из всего подводимого тепла полезно используется только 30 - 35%;

- большие потери тепла от боковых стенок и днища приемка;

- в приямок битум поступает через придонные шиберные затворы с большим количеством влаги, скапливающейся на дне хранилища;

- в связи с большим обводнением битума требуется его дальнейшее обезвоживание (обычно производится при высокой температуре), что предполагает дополнительные значительные энергозатраты и при этом существенно снижается его качество;

- загрязнение окружающей среды испарениями легких фракций, выделяющимися из битума.

Как уже было отмечено выше, исключить операцию хранения битума в технологии приготовления асфальтобетонных смесей на отечественных АБЗ в настоящее время не представляется возможным, кроме того, данная операция осуществляется неквалифицированно (а по мнению авторов - это главная беда в технологии приготовления асфальтобетонной смеси), что в свою очередь приводит к ухудшению свойств битума, сокращению срока службы покрытий, увеличению расходов на их содержание и ремонт.

Основываясь на результатах многолетних исследований и внедрения разработанных экспериментальных образцов, а также оценке производственного опыта, авторы представили ниже отдельные наиболее эффективные решения технологии хранения и забора битума из хранилищ и надеются, что *нижеприведенные варианты технологических и конструкторских решений* будут полезны не только руководителям ДРСУ, которые намерены качественно изменить процесс подготовки битума и приготовления асфальтобетонной смеси - сделать его менее длительным и затратным, сохранив при этом исходные свойства битума, а также чиновникам, заинтересованным в экономии государственных средств, отпущенных на строительство, ремонт и содержание дорог и многим сотням специалистов - дорожников.

Следует отметить, что в настоящее время существуют реальные технические решения, направленные на улучшение процесса хранения, нагрева и забора битума из битумохранилищ ямного типа.

Заслуживает внимания конструкция битумохранилища с приямок переменной объема /5/, позволяющая сократить потери тепла при нагреве в нем битума, которые особенно велики в

осенний и весенний период работы асфальтобетонного завода, и в летний период, когда производится малый забор битума.

Такое хранилище построено и эксплуатируется в течение 9 лет в Аксайском ДРСУ Ростовской области.

Конструкция хранилища с приямок переменного объема отличается от стандартного хранилища введением параллельно боковым стенкам съемно-подвижной перегородки с шиберным затвором и течкой, расположенной между шиберным затвором хранилища и наиболее удаленной боковой стенкой.

Приямок переменного объема может быть изготовлен на любом АБЗ собственными силами.

Конструкция устройства представлена на рис. 1, где изображен приямок с перегородкой съемно - переставного типа.

БИТУМОХРАНИЛИЩЕ С ПРИЯМКОМ ПЕРЕМЕННОГО ОБЪЕМА

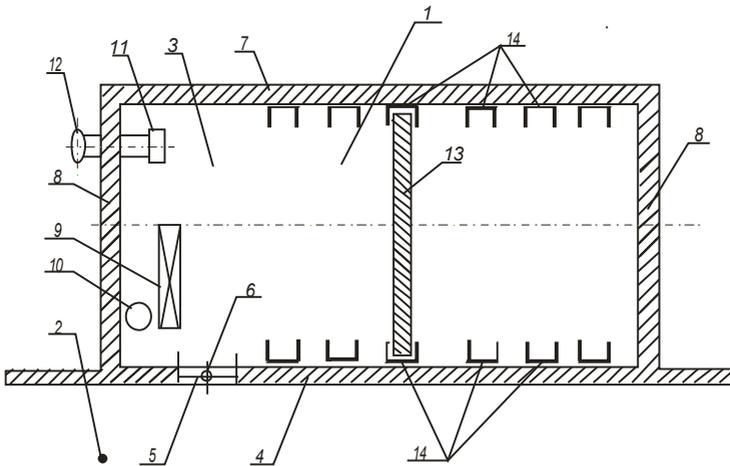


Рисунок 1

Прямок 1 битумохранилища 2 состоит из днища 3, передней стенки 4, разделяющей битумохранилище 2 и приямок 1, и содержит течку 5 с шиберным затвором 6, заднюю стенку 7 и две боковых стенки 8. Прямок 1 имеет нагреватель 9, датчик температуры 10, всасывающий патрубок 11 насоса 12. В приямок 1 устанавливается перегородка 13. Перегородка 13 съемно - переставного типа вставляется в направляющие элементы 14.

Если применяется перегородка подвижного типа, то конструктивно она состоит из единого щита, направляющих на днище и передней и задней стенках, течки, шиберного затвора и механизма перемещения.

Введение съемно - подвижной перегородки в стандартный приямок битумохранилища позволяет:

существенно сократить энергозатраты на нагрев битума;

снизить потери тепла в окружающую среду;

исключить многократность нагрева битума в приямке, сохранив тем самым его исходные свойства;

уменьшить поверхность испарения нагретого битума, что положительно повлияет на экологическую обстановку в рабочей зоне вследствие меньшего выделения газообразных токсичных компонентов с поверхности нагретой массы в рабочей части приямка.

Однако основной недостаток описанного выше технического решения - донный забор наиболее обводненного и наименее нагретого битума - такая конструкция битумохранилища не устраняет.

Исключить донный забор из хранилища ямного типа позволит устройство системы последовательно расположенных друг над другом шиберных затворов, которыми оборудуется разделительная стенка между хранилищем и приямком /6/. Процесс заполнения при данном конструктивном решении осуществляется битумом без влаги или с малым ее количеством применением *верхнего забора*.

Битумохранилище (рис. 2) содержит хранилище с нагревателями 1, приямок 2, разделительную стенку 3, течку 4, секции 5₁ - 5₅ многосекционного шиберного затвора и устройства для их перемещения 6₁ - 6₅, нагреватели хранилища 7 и нагреватели приямка 8.

БИТУМОХРАНИЛИЩЕ С МНОГОСЕКЦИОННЫМ ШИБЕРНЫМ ЗАТВОРОМ

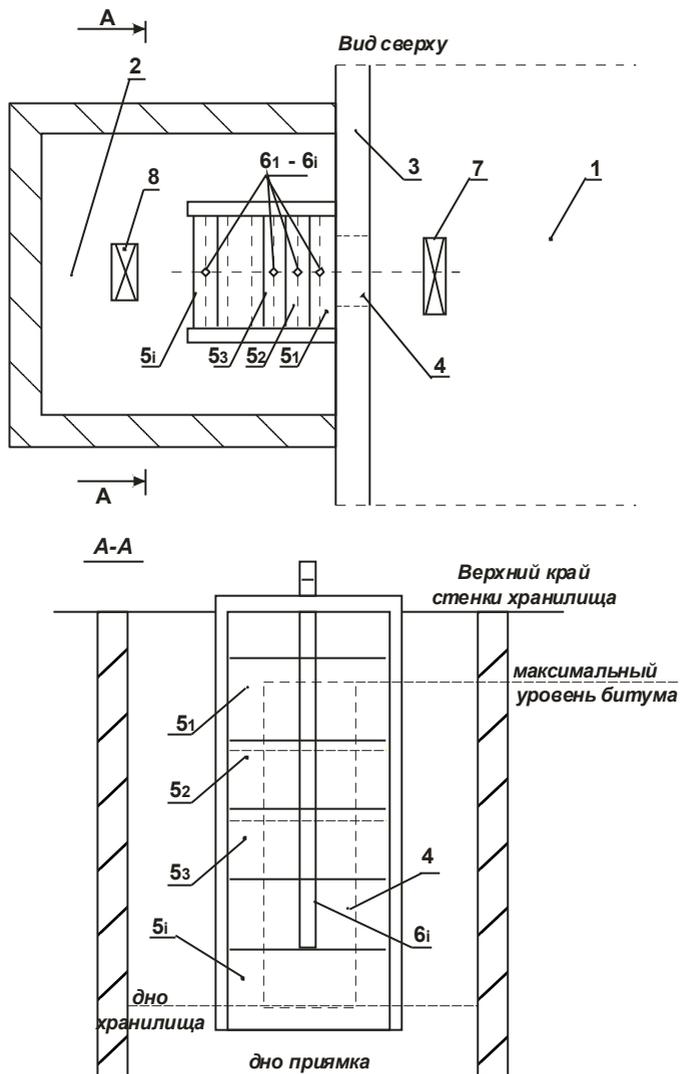


Рисунок 2

Многосекционный шиберный затвор выполняется таким образом, чтобы первоначально перемещалась вверх секция S_1 , а затем последовательно секции S_2, \dots, S_i в соответствии с реальным уровнем битума в хранилище 1. (Можно также использовать конструкцию поворотного секционного шиберного затвора, позволяющего делать забор в приямок из любого слоя битума).

Достоинства данного способа забора битума в приямок очевидны.

Учитывая, что в верхних прогретых слоях битума в хранилище 1 влага отсутствует или ее содержание незначительно, то битум, забранный из приямка 2, не требует дополнительного длительного высокотемпературного процесса обезвоживания (известно, что расход энергии на обезвоживание битума с 5% содержанием влаги составляет около 30% от всех энергетических затрат [7], расходуемых на нагрев битума от его забора из хранилища до подачи в дозатор асфальтосмесительной установки).

Отсутствие в дальнейшем процесса обезвоживания или существенное сокращение его длительности положительно скажется на качестве битума и окружающей среде.

Конструкция многосекционного шиберного затвора настолько проста, что может быть выполнена силами ремонтных мастерских на любом АБЗ при небольших материальных затратах.

Несмотря на то, что приведенные выше конструктивные решения безусловно заслуживают внимания производителей, так как для их реализации переоборудование хранилищ не потребует больших затрат и может быть выполнено работниками АБЗ, однако нагрев битума в них осуществляется энергоемким традиционным способом.

Минимизировать энергозатраты позволит технология *местного нагрева* (так как нет необходимости в разогреве всей толщи битума) *и поверхностного забора*, которая обладает явными достоинствами - наименее обводненный и наиболее нагретый битум отбирается из любого места хранилища. Забор битума осуществляется сразу после нагрева. Кроме того, расположение нагревательных элементов и заборного оборудования на поверхности позволяет быстро ремонтировать и обслуживать их, что неосуществимо в хранилищах с общим нагревом без освобождения его от битума.

На рис. 3 представлено плавающее устройство локального нагрева и забора битума из хранилища, в котором реализована технология местного нагрева и поверхностного забора.

УСТРОЙСТВО ЛОКАЛЬНОГО НАГРЕВА И ЗАБОРА БИТУМА ИЗ ХРАНИЛИЩА

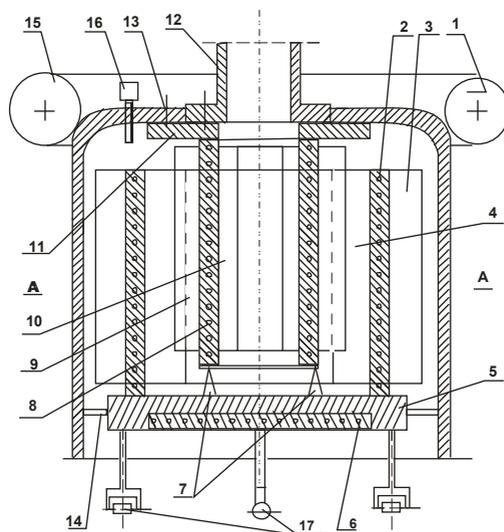


Рисунок 3

В данном устройстве для нагрева битума использованы два герметичных цилиндрических нагревательных элемента с внутренними каналами, внешними и внутренними радиаторами. Первый нагревательный элемент установлен вертикально на верхнюю часть основания круглой формы, в нижней части которого вмонтирован плоский нагреватель, второй - соосно на опорных ножках внутри первого. Нагревательные элементы и основание накрыты кожухом, герметично закрепленным в верхней части на фланце второго нагревательного элемента, а в нижней части - на держателях основания. Между кожухом и основанием образовано живое сечение кольцевого зазора, срез кожуха располагается ниже основания, а к боковой верхней части кожуха прикреплен герметичный кольцевой поплавок и в нижней части основания диаметрально установлены четыре ножки - катка.

Устройство локального нагрева и забора битума из хранилища обладает следующими достоинствами:

- данное устройство не нарушает технологического режима подготовки битума, оно удобно в эксплуатации, исключает наличие общей системы подогрева, а также приямка в хранилище, что существенно снижает энергетические затраты;

- обеспечивается поверхностный забор наименее обводненного и наиболее нагретого битума;

- при работе устройства осуществляется локальный нагрев ограниченного объема битума в хранилище;

- существенно снижены энергозатраты за счет исключения потерь тепла, так как устройство постоянно погружено в битум;

- локальный нагрев битума при применении устройства обеспечивает существенное улучшение экологической обстановки в рабочей зоне битумохранилища;

- повышается эффективность теплоотдачи, достигаемая движением битума, при котором существенно увеличивается коэффициент теплопередачи (в 5 - 8 раз), а также значительным увеличением общей поверхности теплообмена, определяемой внешними и внутренними радиаторами нагревательных элементов;

- осуществляется забор битума с донной части битумохранилища до толщины слоя в несколько сантиметров, в то время как при существующей технологии при всех видах нагрева в хранилище всегда остается большое количество битума толщиной слоя до 60 - 80 сантиметров;

- использование данного устройства в качестве агрегата, откачивающего воду со дна хранилища, а также для его очистки при ремонте.

Однако громоздкость конструкции и немалый вес (за счет большого количества радиаторов) несколько ограничивают область его применения.

Поскольку существующая традиционная технология хранения битума в ямных хранилищах не выдерживает критики из-за существенного недостатка - обводнение грунтовыми и ливневыми водами, Мосавтодор в настоящее время реализует программу замены подземных на наземные вертикальные цилиндрические

резервуары /8/. Система нагрева битума в таких хранилищах построена по двухступенчатой схеме:

- предварительный нагрев до текучего состояния нагревателями донного типа;

- скоростной догрев в области забора битума до температуры подачи насоса нагревателями мощностью 350 - 600 - 1200 кВт.

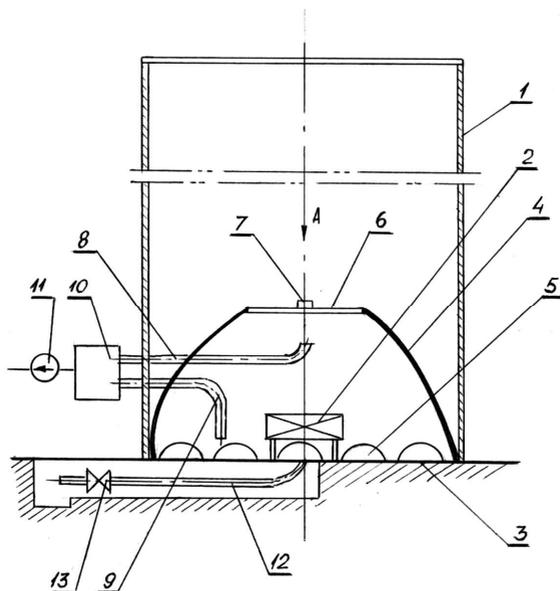
Однако внедрение наземных битумохранилищ связано не только с большими энергетическими затратами, так как для их заполнения особенно в осеннее - зимний период весь битум необходимо нагреть до температуры 90°C (а не до текучего состояния (40 - 50°C) как для подземных), но и материальными затратами. Кроме того, при предварительном нагреве разогревается большая масса битума и существенно увеличиваются внешние потери.

Значительное уменьшение энергозатрат в наземных хранилищах достигается за счет создания расположенным на днище металлическим кожухом ограниченной зоны нагрева битума в области его забора /9/.

Наземное битумохранилище с локальным нагревом битума (рис. 4) состоит из металлического теплоизолированного резервуара (вертикального или горизонтально расположенного) 1, нагревателей 2, установленных на его днище 3, кожуха 4 сферической или усечённо-пирамидальной формы с отверстиями 5, люком 6 и отверстием 7 в нём, двух заборных труб 8 и 9, выходы которых через трёхходовой кран 10 подсоединены к откачивающему битумному насосу 11, а также дренажной трубы 12 с вентилем 13 симметрично по оси резервуара 1, накрывая нагреватели 2, и его площадь в основании может быть равна или меньше площади днища 3 резервуара 1. Она определяется расчётом, исходя из требуемого объёма нагреваемого битума, находящегося под кожухом 4. Отверстия 5 по нижней части поверхности кожуха 4 необходимы для равномерного поступления битума под кожух 4 при заполнении хранилища 1, а также при его заборе. Заборная труба 8 служит для забора нагретого битума в процессе эксплуатации, причём её вход находится в верхней части кожуха 4. Заборная труба 9 предназначена для полной откачки битума при проведении ремонтных работ, поэтому её вход приближен к днищу 3 резервуара 1. Для обеспечения доступа

обслуживающего персонала при проведении регламентных работ под кожух 4, где установлены нагреватели 2, в верхней части

НАЗЕМНОЕ БИТУМОХРАНИЛИЩЕ С ЛОКАЛЬНЫМ НАГРЕВОМ БИТУМА



по А

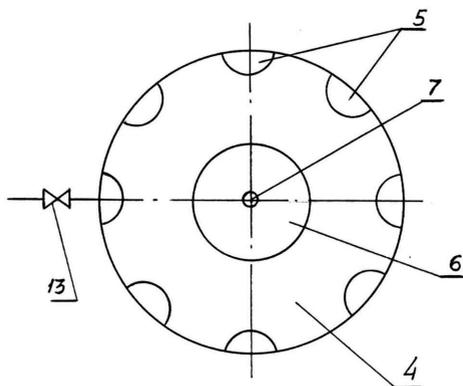


Рисунок 4

кожуха 4 имеется люк 6 с отверстием 7, через которое выходит воздух при заполнении хранилища 1 битумом.

Введение в конструкцию наземного битумохранилища кожуха сферической или усечённо-пирамидальной формы, ограничивающего определённый объём нагреваемого битума позволяет:

- существенно сократить энергетические затраты на нагрев битума;
- исключить применение дополнительного скоростного догревателя большой мощности и сложной конструкции.

Следует также отметить, что кожух, накрывающий нагревательные элементы, конструктивно прост, стоимость его невелика и он может быть изготовлен силами работников АБЗ.

Высокоэффективная принципиально новая технология локального нагрева битума (описанная выше для наземных хранилищ) была применена при строительстве ямного битумохранилища в ГУП Аксайское ДРСУ Ростовской области. Оборудование битумохранилища внутренним приямком позволило полезно использовать потери тепла от его боковых стенок для предварительного нагрева прилегающей к ним массы битума в хранилище.

Такое устройство приямка (рис. 5) может быть выполнено на любом АБЗ собственными силами и не нарушает существующего технологического процесса /10/.

Приямок 1 битумохранилища 2 состоит из нижней части 3 с теплоизоляцией 4, находящейся ниже днища 5 битумохранилища 2, и верхней части 6, расположенной в битуме. Вокруг приямка сооружен канавный сборник влаги 7, в который опущена отсасывающая труба 8. На боковой поверхности приямка на уровне днища устанавливаются шиберные затворы 9, напротив которых сооружаются рассекатели 10 с размерами не менее площади шиберного затвора, укрепленные в днище 5 битумохранилища 2. Шиберные затворы могут располагаться на различных уровнях для возможности забора нагретого битума из верхних слоев хранилища. В приямке 1 установлен электрический нагреватель 11, датчик температуры 12, битумный насос 13, соединенный через трехходовой кран 14 со стационарным заборным устройством 15 и плавающим заборным устройством 16. Вокруг приямка выше

максимального уровня битума устанавливается площадка обслуживания 17.

БИТУМОХРАНИЛИЩЕ С ВНУТРЕННИМ ПРИЯМКОМ

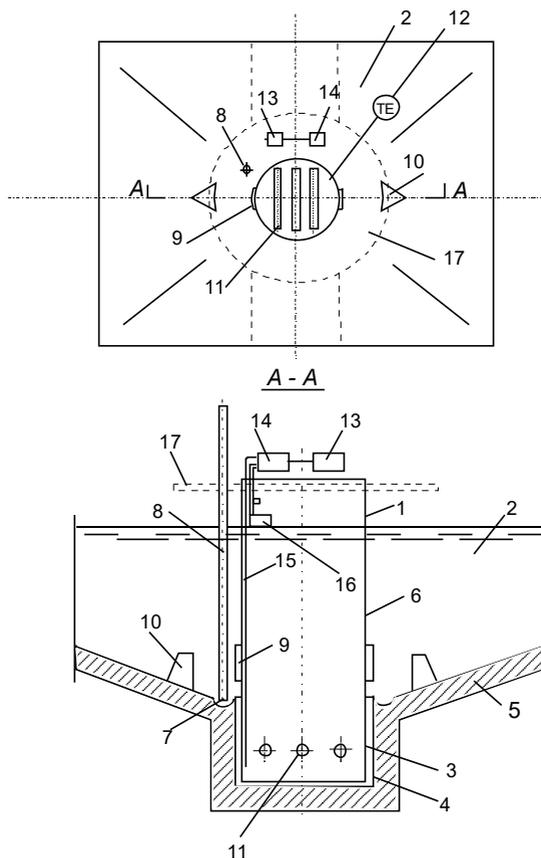


Рисунок 5

Работа битумохранилища осуществляется следующим образом.

Если в приемке нет битума, то предварительно включаются вспомогательные теплоэлектрические нагреватели, расположенные в хранилище вблизи внешней поверхности приемка. После

разогрева битума до температуры текучести 50 - 60°C открывают шиберные затворы 9 и битум заполняет внутреннее пространство приемка 1. Затем включаются электрические нагреватели 11, расположенные в приемке, и битум разогревается до требуемой температуры, по достижении которой автоматическая система управления отключает электрические нагреватели 11. В ходе этого процесса часть тепла через стенки приемка отдается битуму, находящемуся в хранилище в непосредственном контакте с внешней поверхностью приемка. Таким образом, осуществляется циклический режим работы приемка.

Забор нагретого до заданной температуры битума производится включенным битумным насосом 13 через трехходовой кран 14 и стационарное заборное устройство 15.

Если есть необходимость в заборе малого количества битума, можно использовать плавающее заборное устройство 16, переключив трехходовой кран 14.

При непрерывном режиме работы приемка 1 шиберные затворы 9 открыты, битум заполняет приемок 1 и нагревается с помощью нагревателей 11.

Когда температура битума в верхней части приемка 6 достигает заданной величины, его отбор осуществляется с помощью плавающего заборного устройства 16 и насоса 13. При этом уровень битума в приемке понижается, вызывая непрерывный подток из хранилища битума, разогретого внешними стенками приемка через открытые шиберные затворы 9. Процесс нагрева и забора битума из приемка можно осуществлять непрерывно.

В ходе этого процесса помимо поступления разогретого битума через шиберные затворы 9 в приемок 1 подсасывается относительно холодный битум из нижней части битумохранилища. Рассекатели 10, установленные напротив шиберных затворов 9 на дне хранилища препятствуют этому, а канавный сборник влаги 7, содержащейся в битуме, позволяет отделить воду от битума, которая затем отсасывается через трубу 8. Этому процессу сепарации влаги также способствует уклон днища хранилища от стенок к приемку.

В случае отсутствия забора и достижения заданной температуры нагрева битума система автоматического регулирования отключит нагреватели.

Удаление части влаги предложенным способом позволит экономить значительное количество электроэнергии на ее испарение в дальнейшем цикле подготовки битума.

Расположение приемка внутри хранилища позволяет использовать тепло, отдаваемое внешней поверхностью приемка, для предварительного нагрева битума, что существенно уменьшает энергозатраты на нагрев. При этом уменьшается суммарная поверхность испарения нагретого битума в приемке и хранилище, что позволяет дополнительно экономить энергоресурсы, а также позитивно влияет на экологическую обстановку в рабочей зоне вследствие меньшей концентрации токсичных компонентов.

Эксплуатация в течение 7 лет Аксайским ДРСУ битумохранилища с внутренним приемком позволила на практике убедиться в высокой эффективности метода локального нагрева. Реальная экономия электроэнергии на нагрев битума при применении битумохранилища с внутренним приемком по сравнению с существующими хранилищами ямного типа составляет более чем в 2 - 2,5 раза.

Выводы

1. Предложенные разработки конструктивно просты и могут быть выполнены силами работников АБЗ.
2. Применение предложенных разработок позволит значительно сократить энергозатраты при хранении и заборе битума и минимизировать забор влаги из хранилищ.
3. Существенно улучшается экологическая обстановка в рабочей зоне АБЗ.

Литература

1. Портнягин В.Д. Особенности подготовки битума и приготовления асфальтобетонных смесей: Учебное пособие. Минавтодор. - М.: 1988. - 77 с.
2. Гофман Л.М. Битый битум // Автомобильные дороги - 2005, № 7, № 8.

3. Порядек С.В. Битум нашей надежды // Автомобильные дороги - 2005, № 6.
4. Худякова Т.С. Загадки Российского битума или в поисках истины // Автомобильные дороги - 2005, № 2.
5. Свидетельство на полезную модель № 9617 РФ, МКИ³ Е 01 С 19/45. Прямок переменного объема в битумохранилище.
6. Пат. RU № 2232180 МКИ³ Е 01 С 19/08. Битумохранилище.
7. Илиополов С.К., Никулин Ю.Я. Низкотемпературная технология подготовки битума на АБЗ // Дороги России. - 2003 г. № 8. - С. 63 - 68.
8. В.И. Низиков. Стальные битумохранилища // Наука и техника в дорожной отрасли. - 2000 г. №3. - С. 36.
9. Пат. RU № 2198256 МКИ³ Е 01 С 19/45. Битумохранилище.
10. Пат. RU № 2167236 МКИ³ Е 01 С 19/08. Битумохранилище.