

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ СССР

АЗЕРБАЙДЖАНСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ИНСТИТУТ НЕФТИ И ХИМИИ им. М. АЗИЗБЕКОВА

НА ПРАВАХ РУКОПИСИ

С. А. ФАРАМАЗОВ

К ВОПРОСУ О МЕХАНИЗАЦИИ ТРУДОЕМКИХ ПРОЦЕССОВ
ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ТУГОПЛАВКИХ БИТУМОВ

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации, представленной на соискание ученой степени
кандидата технических наук

172570

ЦЕНТРАЛЬНАЯ НАУЧНАЯ
БИБЛИОТЕКА
А.Н. Киргизской ССР

Тугоплавкие нефтяные битумы широко применяются во многих областях народного хозяйства в качестве ценного сырья или составной части для производства ряда технических материалов. Битум марки V, например, применяется при производстве кровельных материалов, защитно-изоляционных покрытий, таких электроизолирующих материалов, как лаки, композиционные и заливочные массы, клеящие массы для изоляционных лент, обмазочные пасты и др.

В производстве пластических масс битум марки V применяется в качестве основной составной части вяжущих материалов. Главным потребителем другого тугоплавкого битума — рубракса является резиновая промышленность.

В связи с бурным развитием промышленности в нашей стране, и особенно химической промышленности, потребность в тугоплавких битумах постоянно растет.

Решения XXI внеочередного съезда Коммунистической партии Советского Союза требуют от советских специалистов лучшего использования имеющихся производственных мощностей, устранения «узких мест» с целью максимального увеличения выпуска продукции, снижения себестоимости ее и повышения производительности труда.

Партия подсказывает, что для достижения этого самой реальной основой является широкое внедрение комплексной механизации основных и вспомогательных процессов и операций.

Анализ работы нефтеперерабатывающих заводов показывает, что темпы увеличения выпуска продукции, снижения себестоимости ее и повышения производительности труда на битумопроизводящих установках сдерживаются несовершенством исключительно трудоемких операций расфасовки (формовки или резки) тугоплавкого битума, повсеместно опирающихся на ручной труд.

Из сказанного становится ясным, что правильная, научно обоснованная технология обработки (формовки или резки) тугоплавкого битума и последующей транспортировки его является важнейшим звеном в битумном производстве. Между тем до сих пор этот вопрос не нашел освещения в литературе и не подвергался научному анализу, который позволил бы всем заводам принять наиболее эффективную технологию обработки и полностью механизировать труд рабочих, занятых на производстве тугоплавких битумов.

Исходя из вышеприведенного, автором поставлена задача подвергнуть изучению различные способы обработки тугоплавких битумов, на основе чего выявить наиболее рациональную технологию ее, исследовать конкретные способы механизации производства, а также установить условия, при которых обработку можно вести с наименьшими энергетическими затратами.

В настоящее время обработка тугоплавкого битума на нефтеперерабатывающих заводах производится в основном двумя способами: формовкой в специальных формах и розливом в открытые котлованы (карты) с последующей резкой застывшего битума на брикеты или колкой его на бесформенные куски. С целью более полного анализа, кроме этих двух, в работе рассмотрены также и другие способы, встречающиеся сравнительно редко или испытывавшиеся на заводах, но не нашедшие промышленного применения.

Формовка тугоплавкого битума осуществляется путем розлива его в специальные разборные и неразборные формы. В первом случае для выгрузки затвердевшего битума вместе с бумажной облицовкой, предотвращающей прилипание к стенкам формы, последняя разбирается. Во втором случае выпадение застывшего отформованного битума осуществляется расплавлением поверхностей его, прилегающих к внутренним стенкам формы, для чего в рубашку формы подается водяной пар. Основными недостатками для обоих случаев являются: 1) громоздкость процесса розлива, требующего специального раздаточного устройства; 2) сложность изготовления, обслуживания и ремонта форм; 3) ненадежность в работе; 4) малая оборачиваемость форм вследствие медленного охлаждения больших масс битума (процесс остывания массы битума, залитого в форму изучен в работе в связи с различными внешними факторами; результаты измерений показаны в виде графиков); 5) необходимость в большой производственной площади; 6) сложность механизации погрузки и транспортировки. Все это является причиной высокой себестоимости битумов, подвергаемых обработке способом формовки. Кроме того облицовочная бумага прилипает к отформованному битуму, ухудшая его качество, а иногда делая его вовсе непригодным для некоторых потребителей. То же самое имеет место и при розливе тугоплавкого битума в многослойные бумажные мешки.

Розлив в открытые котлованы с последующей резкой застывшего битума на брикеты или колкой его на бесформенные куски свободен от перечисленных выше недостатков, но требует применения тяжелого ручного труда для резки или колки и погрузки с целью транспортировки, в то же время не исключает инородные включения в битум, что портит качество выпускаемой продукции.

Подвергнуты анализу некоторые другие способы формовки и транспортировки, редко встречающиеся в практике производства тугоплавких битумов, а также способ непрерывного розлива (розлива тонким слоем). Последний способ был подвергнут продолжительному испытанию в нескольких вариантах, предложенных Ю. С. Тиаин, и С. И. Вильдером на

одном из нефтеперерабатывающих заводов. Основными недостатками этого способа являются: 1) низкая производительность; 2) разветвленная и сложная система принудительного охлаждения битума; 3) ненадежность в работе; 4) неудобство при штабелировке; 5) возможность инородных включений между отдельными слоями битума.

Путем сопоставления технико-экономических показателей всех существующих и возможных способов расфасовки, резки и последующей транспортировки тугоплавких битумов сделан вывод, что наиболее простым, экономичным и обеспечивающим наибольшую производительность является способ розлива в открытые котлованы с последующей резкой застывшего, но незатвердевшего битума на брикеты. Однако, естественно, что при этом следует исключить ручной труд при резке и погрузке тугоплавкого битума, а также обеспечить необходимую чистоту вырабатываемого продукта от посторонних включений, являющихся обычными спутниками при обработке битумов в открытых котлованах, в силу того, что перед заливом дно и стены котлована для предотвращения прилипания к ним битума покрываются сыпучим материалом (молотый гумбрин, молотая известь и др.).

Исходя из вышеизложенного, в работе поставлена задача разработать теоретические основы для механизации процессов обработки (резки, погрузки и транспортировки за пределы котлована) тугоплавких битумов (рубракса и битума марки V).

Установлено, что только механизация резки позволяет обеспечить надлежащее качество битума, ибо она исключает инородные включения и обеспечивает правильную геометрическую форму и постоянство размеров получаемых брикетов. С этой целью разработаны и подробно рассмотрены кинематические схемы нескольких машин, позволяющих механизировать операции резки, погрузки и транспортировки. Путем анализа установлено, что наиболее эффективным является создание комбайна (кинематическая схема которого в работе подробно описана), механизующего все процессы, связанные с обработкой и транспортировкой за пределы котлована тугоплавкого битума. При этом чистота брикетов от посторонних включений обеспечивается работой ножа, отделяющего его от всей залитой массы резанием в горизонтальной плоскости.

Практическое осуществление механизации процесса брикетирования настоятельно требует выявления оптимальных режимов резания тугоплавкого битума, обеспечивающих проведение процесса с наименьшими затратами энергии. В связи с отсутствием исследований в названной области в работе рассмотрены теоретические основы резания тугоплавких битумов. При этом вслед за подробным изучением физико-химических свойств битумов проведен целый ряд систематизированных экспериментов, опытных измерений в условиях, близких к практическим. Результаты их привели к следующим основным выводам.

1. Резание тугоплавких битумов сопровождается образованием перед тупой лобовой поверхностью режущего ножа «тела» повышенного давления. При тупых ножах это является одним из основных факторов,

определяющих величину сопротивления резанию. При заостренных ножах образование «тела» повышенного давления практически незначительно, но в этом случае велико влияние трения, возникающего на длинной боковой поверхности ножа.

2. Процесс резания, осуществляемый внедрением в массу битума режущего элемента рабочего органа (симметричного или несимметричного клина) представляется как следствие возникновения в разрезаемом битуме упругих и пластических деформаций.

3. Моменту внедрения ножа в массу битума (прорыва поверхностной пленки) соответствует максимальное развитие напряженной зоны перед лезвием. Первый этап резания, заканчивающийся этим моментом, характеризуется преобладанием упругих деформаций массы битума, которые возрастают от нуля в начале до максимума в конце этапа.

4. При установившемся процессе резания (второй этап) основными являются пластические деформации битума. При этом упругие деформации в некоторых условиях могут достигнуть значительной величины. Условия эти диктуются конкретными физико-химическими свойствами данного битума, неодинаковым температурным состоянием залитой массы (что видно из приведенных в работе графиков), специфическими свойствами поверхностной корки массы и, наконец, геометрией резца.

5. Установившийся процесс резания сопровождается трением на поверхностях режущего органа. Величина силы трения характеризуется физическими свойствами и температурным состоянием залитой массы битума, а также геометрией резца.

$$6. \quad A = A_p + A_t,$$

где A — вся работа, затрачиваемая на осуществление резания;

A_p — работа сил резания;

A_t — работа сил трения.

Величины A_p и A_t взаимосвязаны, поэтому отдельное изучение их не представляется целесообразным. Практическое значение имеет определение усилия резания, являющегося исходным фактором при проектировании машин, механизмирующих процесс резания.

7. Исследование элементарного ножа, в качестве которого рассмотрена игла пенетрометра, внедряемая в массу битума при: а) различных температурах массы, б) разных по величине нагрузках на иглу, в) различной продолжительности погружения, показало, что 1) глубина проникания находится в прямой зависимости от температуры массы битума, причем резкое уменьшение сопротивления массы, прониканию иглы наблюдается при температуре выше 40°C ; 2) величина упругих деформаций в процессе резания тугоплавкого битума зависит от температурного состояния, специфических свойств поверхностной корки его, а также от скорости движения иглы; 3) влияние нагрузки на скорость погружения иглы возрастает при температурах массы, выше 30°C ; при температурах массы ниже указанной, это влияние ослабляется.

8. Значения усилий резания тугоплавкого битума в практических условиях можно определить по приведенным в работе девяти графикам, являющимся результатом обработки данных, полученных при резании битума на специально сконструированном стенде с автоматической записью необходимых показаний. Эти графики выражают зависимость усилия резания от угла заострения ножа, температуры массы, подвергаемой резанию, скорости перемещения лезвия ножа и глубины проникания ножа.

9. Искусственный нагрев режущего ножа до температуры $350-450^\circ\text{C}$ приводит к значительному уменьшению усилий резания. Однако при этом неизбежно ухудшение качества выпускаемой продукции, вследствие чего механизация процесса резания битума на брикеты должна опираться на работу ненагретых ножей.

10. Характер процесса проникания ножа в массу битума зависит от состояния поверхностной корки, отличающейся от остальной массы повышенной твердостью.

11. Приведенные в работе графики позволяют установить и научно обосновать связь между величинами упругих деформаций массы битума, с одной стороны, и углом заострения ножа и скоростью движения его, с другой.

12. Минимально возможный угол заострения симметричного клинового ножа-отсекателя определяется по формуле:

$$\alpha_1 = \arctg \frac{b}{2h}$$

где α_1 — половина угла заострения ножа;

b — толщина ножа, определяемая из расчета на прочность;

h — высота отделяемого брикета.

13. Сопротивление резанию к моменту окончательного отделения брикета от массы уменьшается в силу ослабления нормального давления со стороны битума на щеки ножа.

14. В отличие от ножей-отсекателей плужные ножи, служащие для вырезания из залитой массы битума полос определенного поперечного сечения (которые затем нарезаются на брикеты), при работе непрерывно находятся в массе битума. При этом резание осуществляется при непрерывном движении ножа с постоянной скоростью или прерывистом (с остановками через определенные промежутки времени).

15. Если при постоянной скорости резания в начале процесса усилие резания растет от нуля до некоторого максимума, соответствующего полному внедрению всего ножа в массу и затем поддерживается постоянным, то при движении плужного ножа с остановками усилие резания изменяется по закону, определяемому при равных прочих условиях соотношением времени выстоя и рабочего движения и плавностью начала движения и останова.

16. Трение битума о щеки плужного ножа значительно больше, чем в

случае ножа-отсекателя. Это объясняется большой величиной упругого давления на нож со стороны залитой массы битума. Уменьшение силы трения достигается применением плужных ножей, имеющих дельтоидное сечение, у которых угол заострения лезвия несколько больше угла заострения хвоста.

17. При работе плужного ножа динамические нагрузки сокращаются, если лезвие его расположить так, чтобы нижний конец был отклонен в сторону, противоположную направлению движения резания.

18. Чистота обрабатываемого тугоплавкого битума обеспечивается применением Г образных плужных ножей, представляющих собой сочетание 2-х ножей, один из которых расположен в горизонтальной плоскости, а другой в вертикальной. Для определения сил сопротивления резанию Г-образными ножами в работе предлагается следующая эмпирическая формула:

$$P = K_1 K_2 (P_1 + P_2),$$

где P — сила сопротивления резанию;

P_1 — усилие резания при одиночной работе вертикального ножа;

P_2 — усилие резания при одиночной работе горизонтального ножа;

K_1 — коэффициент, зависящий от расположения лезвий элементарных ножей;

K_2 — коэффициент, зависящий от качества сопряжения элементарных ножей.

P_1 и P_2 определяются по графикам усилий резания, данным для ножей-отсекателей. Значения K_1 и K_2 приведены в работе на основе многократных измерений.

19. Максимально допустимая температура обработки битума, при которой усилия резания будут наименьшими, устанавливается из соображений гарантийной сохранности геометрических форм брикетов при их транспортировке и штабелировании по приведенным в работе таблицам.

20. Минимально допустимая температура обработки определяется мощностью режущей машины, а также состоянием битума, при котором исключается крошкообразование, затрудняющее механизацию операции погрузки брикетов на транспортер. Опытным путем установлено, что гарантийная работа машины обеспечивается до той минимальной температуры, при которой брикет не разрушается под нагрузкой в 2 кг/см^2 .

Практическое определение минимально допустимой температуры сведено к определению температуры битума, при которой его пенетрация колеблется в пределах 2—5. Нижний предел соответствует битумам с наибольшей растяжимостью.

21. Зона температур, при которых возможно резание битума, определяется по приведенным в работе графикам. Установление конкретной температуры обработки в этой зоне диктуется предохранением битумных брикетов от прилипания друг к другу, условия для чего разработаны и выражены в соответствующих графиках.

22. Зависимость величины усилия резания от глубины резания выражается формулой:

$$P = K \cdot h^n, \text{ где}$$

P — усилие резания в кг;

K — коэффициент, зависящий от пенетрации битума при данной температуре;

h — глубина резания в см;

n — показатель степени, установленный эмпирическим путем конкретно для рубракса и битума марки V.

23. С увеличением длины режущей кромки в практически применяемых пределах усилие резания возрастает медленно, что видно из приведенного графика. Вследствие этого отделение от застывшей массы тугоплавкого битума полос, имеющих одинаковую площадь поперечного сечения целесообразно производить при меньшей глубине резания и большей длине горизонтальной режущей кромки, согласуя это условие с получением наиболее транспортабельных форм брикетов.

24. Усилие резания ножами, имеющими толщину более 10 мм, для которой составлены графики, определяется по эмпирической формуле:

$$P = P_1 (1 + 0,1S),$$

где P — усилие резания данным ножом;

P_1 — усилие резания ножом, толщиной 1 см;

S — толщина данного ножа в см.

25. На величину усилия резания плужным ножом оказывает большое влияние расположение его рабочих граней по отношению к плоскости резания. Исследование этого вопроса привело к выводу, что давление на переднюю рабочую грань наименьшее тогда, когда несимметричный нож расположен так, что задняя грань его совпадает с плоскостью резания. Наихудшие условия для резания создаются при симметричном расположении ножа.

26. Отделение от общей массы тугоплавкого битума полос и брикетов осуществляется в условиях свободного резания, ибо боковая стенка срезаемого элемента открыта. Зависимость между усилием резания и расстоянием от открытой стенки до плоскости резания выражена в виде графика и подвергнута анализу, который позволяет установить рациональные условия резания.

В результате проведенных исследований на Бакинском нефтеперерабатывающем заводе им. Сталина созданы машины для брикетирования залитого в котлованы битума. Автором подвергнуты испытаниям модель одной машины и две рабочие машины, отличающиеся друг от друга кинематическими схемами механизмов резания и погрузки брикетов на ленту транспортера. Подвергнута анализу работа каждого из узлов ма-

шины и предложены необходимые формулы, графики и конкретные величины для определения данных при проектировании.

Для машины, действующей в настоящее время в промышленных условиях, даны графики, характеризующие работу ее на различных режимах.

В технико-экономическом отношении машина характеризуется следующими данными: 1) производительность — 9—12 т/час брикетов тугоплавкого битума (вес брикета до 25 кг); 2) заменяет труд восьми резчиков и шести грузчиков; 3) обеспечивает отличный товарный вид брикетов, свободных от инородных включений, неизбежных спутников ручной обработки.

Основные вопросы настоящей работы изложены в книге Д. А. Гусейнов, С. А. Фармазов — «Технология и механизация производства нефтебитума» (Баку — Азнефтеиздат — 1957 г.), главы VI — X которой написаны автором диссертации.

172580

ЦЕНТРАЛЬНАЯ НАУЧНАЯ
БИБЛИОТЕКА
А. Н. Киргизской ССР

08225