



УДК 691.58.691.587

А.А. Шомантаев, К. Байтасов, У.Б. Абдикерова

Кызылординский государственный университет им. Коркыт Ата, г. Кызылорда

ГИДРОИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ В ГИДРОТЕХНИЧЕСКОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

В гидротехническом строительстве основными материалами служат: бетон, железобетон, металл, дерево, камень, различные грунты, а также специальные виды материалов - битумные, полимерные, тканевые и резинотканевые, хорошо работающие в агрессивной водной среде.

При статических и динамических нагрузках на гидротехнических сооружениях вышеуказанные материалы должны обеспечить прочность сооружений, их элементов и узлов в течение расчетных сроков эксплуатации, стойкость сооружений против разрушающих воздействий окружающей среды с учетом климатических условий, периодического смачивания и высыхания, замораживания и оттаивания поверхности сооружений, а также от агрессивного воздействия воды и истирающего действия наносов [1].

Нефтебитуминозные породы (НБП) по своим свойствам приближаются к нефтяным битумам, и мировые запасы их составляют 630-1050 млрд т в перерасчете на углеводородную часть, а в Республике Казахстан - 15-20 млрд т [2].

НБП объединяют большую группу родственных нефтяным соединений, являющихся продуктами гипергенных, контактно-метаморфических, деасфальтизационных фазовомиграционных превращений нефти. Образование битумосодержащих пород приурочено к выходам нефти из глубинных пластов и пропитке его песчаных и глинистых грунтов или сбору её в пониженных местах рельефа в виде нефтяных озер, которые в последующем были засыпаны песками. Под действием атмосферных факторов: температуры, света, воздуха, легкие компоненты нефти испарились, ее физические и химические свойства изменились, что сопровождалось нарастанием вязкости нефти, её окислением и переходом в природный битум. Месторождения битуминозных пород с поверхности представлены плотными песками, пропитанными твердым природным битумом [3].

В настоящее время известны ресурсы НБП и высоковязких нефтей (ВВН) в США, Канаде, Венесуэле, Иране, Мадагаскаре. На территории СНГ основные скопления нефтебитуминозных пород расположены в Республике Татарстан, Сибири, Башкортостане, в Автономной Республике Коми.

Основные запасы НБП в Казахстане сосредоточены на западе: в Актюбинской, Мангыстауской и Атырауской областях. Основная часть их залегает на небольшой глубине и имеет выход на дневную поверхность. Наибольший практический интерес для производства холодной мастики представляют НБП месторождений Иман-Кара, Мартук, Беке и Донгелексор. Содержание битума в НБП составляет 18-21%.

Исходя из вышеизложенного, учеными нашего университета под руководством академика Бишимбаева В.К. были разработаны составы и технология производства холодной мастики на основе НБП и отходов химической промышленности для устройства уплотнения деформационных швов облицовок канала бетонными плитами сборной и монолитной конструкций.

Холодные мастики относятся к реологически сложным, твердообразным, пластично-вязким или упруго-пластичным системам, для которых характерны прочные и вязкостные свойства.

Основные технологические и эксплуатационные качества мастик: легко наносятся на соответствующую поверхность равномерной толщины, не расслаиваются и легко перемешиваются по коммуникациям и разбрызгивающим устройствам в расплавленном состоянии, обладают эластичностью и упругостью при низких температурах.

Степень разрушения структуры мастик и их склонность к разрушению при механическом воздействии дает отношение η_0/η_m , где η_0 - наибольшая предельная вязкость неразрушенной структуры; η_m - наименьшая вязкость предельно разрушенной структуры. Степень структурообразованности системы характеризуется разностью $\eta_0 - \eta_m$. В этой связи академиком Бишимбаевым В.К. и профессором Нармановой Р.А. были изучены реологические свойства составляющих компонентов прогнозируемых составов мастик на основе битума марки БН 90/10, НБП месторождений «Иман-Кара» и «Мортук», атактического полипропилена (АПП) в роли структурирующих добавок и разжижающей легкой пиролизной смолы (ЛПС), а также изучены процессы образования и разрушения структур систем: «Б:ЛПС»; «Битум НБП:АПП»; «Б:АПП»; «Б:НБП»; «АПП:ЛПС»; «Б:НБП:ЛПС»; «Б:АПП:ЛПС»; «НБП:Б:АПП:ЛПС», и использовано влияние отдельных факторов на склеивающую способность и прочность системы. Изучение структурно-механических свойств позволило научно обоснованно управлять свойствами материалов и выбрать оптимальный состав мастик [4].

На приборе «Реотест 2» определены структурно-механические характеристики органической части НБП, битума БН-90/10, АПП и ЛПС по схеме чистого сдвига при температурах 20 °С; 60 °С и 90 °С. В результате получены полные реологические кривые текучести $\lg D = f(P)$ и $\lg \eta = f(P)$, позволяющие определить реологические характеристики для описания структурно-механических свойств исходных компонентов (рис. 1)

Вязкостные характеристики битума БН 90/10 при температуре 90 °С имеют вязкость неразрушенной структуры $\eta_0 = 751 \text{ Па} \cdot \text{с}$ и вязкость полностью разрушенной структуры $\eta_m = 1,23 \text{ Па} \cdot \text{с}$, а при температуре 20 °С вязкостные характеристики не были получены из-за высокой вязкости (рис. 1).

Органическая характеристика НБП месторождения «Иман-Кара» при температуре 20 °С имеет вязкость неразрушенной структуры $\eta_0 = 590,1 \text{ Па} \cdot \text{с}$ и полностью разрушенной структуры $\eta_m = 14,5 \text{ Па} \cdot \text{с}$, «Мортук» - $\eta_0 = 471,3 \text{ Па} \cdot \text{с}$ и $\eta_m = 11,7 \text{ Па} \cdot \text{с}$.

При температуре 90 °С органическая часть НБП месторождений «Иман-Кара» и «Мортук» имеет вязкости соответственно $\eta_0 = 31 \text{ Па} \cdot \text{с}$ и $\eta_m = 2,8 \text{ Па} \cdot \text{с}$, так как при высокой температуре полностью разрушается структурная сеть, и вязкость представляет собой Ньютоновскую жидкость.

При сравнении вязкостных характеристик битумов НБП видно, что месторождение «Иман-Кара» имеет более высокие структурно-механические показатели, чем битум НБП месторождения «Мортук». Это связано с отличием группового состава битумов НБП, так как в органической части НБП месторождения «Иман-Кара» асфальтенов содержится 12,5 мас.%, в «Мортук» - 2,0 мас.%, содержание масел составляет соответственно 51,1 и 68,6 мас.% [5].

Известно, что увеличение количества масел снижает вязкость битума, а с увеличением количества асфальтенов в битуме повышается вязкость и теплоустойчивость [6].

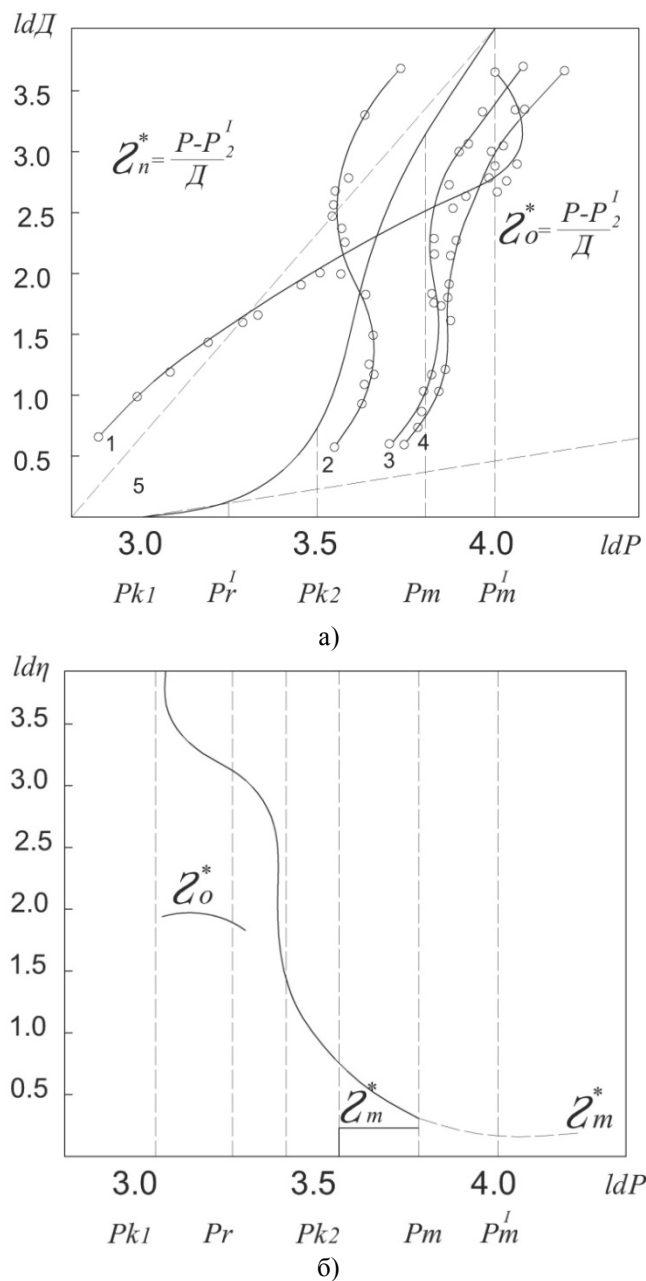


Рисунок 1 - Реологические кривые текучести твердообразных структурированных дисперсных систем: а - скорость сдвига (1 - битум НБП при 90 °С; 2, 3 - полимервяжущее с содержанием АПП 16,6 и 50%, соответственно; 4 - нефтяной битум БН 90/10 при 60 °С; 5 - твердообразная структурированная дисперсная система); б - вязкость

В отличие от битума НБП АПП имеет более высокую степень структурированности, и вязкость его при температуре 90 °С составляет $\eta_0 = 114,6 \text{ Па} \cdot \text{с}$, $\eta_m = 1,35 \text{ Па} \cdot \text{с}$, что позволяет использовать его в качестве структурирующей добавки, упрочняющей структуру битума НБП.

Таким образом, реологические исследования авторов позволили охарактеризовать структурно-механические свойства битума в органической части НБП месторождений «Иман-Кара» и «Мортук», АПП и ЛПС, используемых в качестве составляющих компонентов предлагаемых составов мастик.

Оптимальные составы холодной мастики на основе НБП месторождений «Иман-Кара» и «Мортук»:

- «Иман-Кара»: битум БН-90/10 - 23,12%; НБП - 53,93%; АПП - 7,62%; ЛПС - 15,33%.

- «Мортук»: битум БН-90/10 - 26,94%; НБП - 43,06%; АПП - 15,0% и ЛПС - 15%.

ЛПС в мастике увеличивает склеивающую способность композиции. АПП улучшает свойства мастики: вязкость, упругость, теплостойкость. На рис. 2 приведены полные реологические свойства мастики при температуре 90 °С.

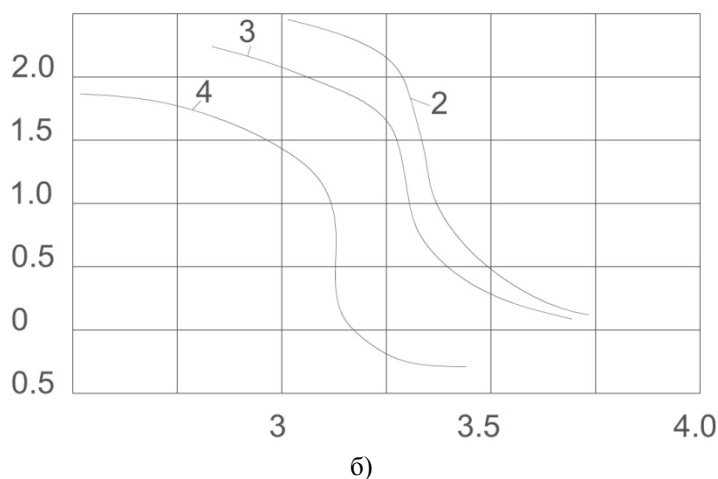
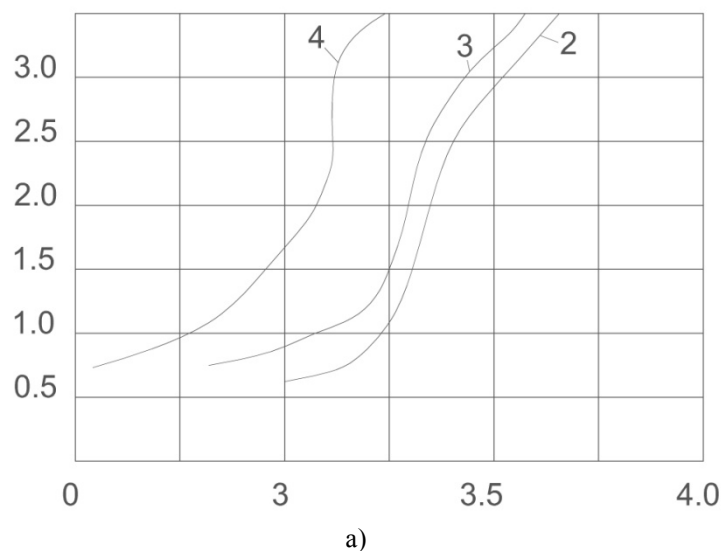


Рисунок 2 - Полные реологические кривые течения мастики при температуре 90 °С:
а - степень разрушения структуры; б - вязкость

Как видно из рис. 2, полученные реограммы, имеющие S-образный характер, указывают на структурированное состояние мастики. Значение пределов упругости, вязкости при температуре 20 °С свидетельствует о степени структурированности мастик. Повышение граничных напряжений (P_{κ_1} и P_{κ_2}) с увеличением содержания АПП свидетельствует о наличии прочных коагуляционных связей в системе, то есть упрочняет структуру.

Исходя из вышеизложенного, можно сделать следующий вывод: предложенные авторами оптимальные составы мастик, в которых значительное количество дефицитного битума заменено НБП (деформативные характеристики их находятся на требуемом уровне ГОСТа, а сама мастика по свойствам соответствует марке 100), представляют наибольший практический и экономический интерес. Это позволяет с уверенностью рассматривать разработанные составы мастик на основе НБП как наиболее перспективный материал для гидроизоляции водонепроницаемых покрытий гидротехнических сооружений и деформационных швов, облицовок каналов бетонными плитами сборной и монолитной конструкций.

Список литературы

1. Нарманова Р.А. Гидротехнический асфальтобетон на основе нефтебитуминозных пород Западного Казахстана: составы, свойства, применение. – Кызылорда: Тұмар, 2014. – 201 с.
2. Бочаров В.С. Техника и технология добычи и транспортировки / В.С. Бочаров, Н.К. Надиров, М.П. Кривцов и др. // Нефтебитуминозные породы. – Алматы: Наука, 1987. – 103 с.
3. Рыбьев М.А. Технология гидроизоляционных материалов / М.А. Рыбьев, А.С. Владычин, Е.П. Казеннова. – М.: Высшая школа, 1991. – 287 с.
4. Шаухаманов Н.С. Разработка состава и технологии производства холодной мастики на основе нефтебитуминозных пород и отходов химической промышленности: дис. – Кызылорда, 2000. – 129 с.
5. Бишимбаев В.К. Физико-химические свойства НБП месторождений «Иман-Кара», «Мортук», «Есежал» / В.К. Бишимбаев, Б.С. Ахметжанов, А.В. Нурлыбекова и др. – М.: ВИНТИ, 1991. – № 2 (232). – 91 с.
6. Руденская М.М. Органические вяжущие для дорожного строительства / М.М. Руденская, А.В. Руденский. – М.: Транспорт, 1984. – 229 с.

Получено 15.08.2016