

М. И. Старшов, И. М. Старшов

СКВАЖИННАЯ ГИДРОДОБЫЧА РЫХЛЫХ БИТУМОНОСНЫХ ПОРОД

Ключевые слова: битумоносный песчаник, природный битум, скважинная гидродобыча, гидромонитор, разделение минеральной и органической фаз.

Для разработки месторождений природных битумов Республики Татарстан прорабатывается вариант применения нетрадиционного для нефтяной промышленности метода скважинной гидродобычи (СГД). СГД-метод подземной добычи твердых полезных ископаемых, основан на приведении руды на месте ее залегания в подвижное состояние гидродинамическим воздействием и выдачи ее в виде гидросмеси на дневную поверхность. Разделение минеральной и органической фаз битумоносных песчанников осуществляется на наземных установках.

Keywords: битумоносный sandstone, natural bitumen, скважинная hydroextraction, the hydromonitor, division of mineral and organic phases.

For development of deposits of natural bitumens of Republic Tatarstan the version of application of a nonconventional method for a petroleum industry hydroextractions is studied. the method of underground extraction of firm minerals, is based on reduction of ore its seat залегания in a mobile condition by hydrodynamical influence and its deliveries in the form of a hydromixture on a day time surface. Division of mineral and organic phases is carried out on ground-based installations.

Для разработки месторождений природных битумов (ПБ) Республики Татарстан (РТ) прорабатывается вариант применения нетрадиционного для нефтяной промышленности метода скважинной гидродобычи [1].

СГД - метод подземной добычи твердых полезных ископаемых основан на приведении руды на месте ее залегания в подвижное состояние гидромеханическим воздействием и выдачи ее в виде гидросмеси на поверхность. При СГД полезных ископаемых добыча осуществляется через специальные скважины, пробуренные по плотной сетке. СГД - наиболее разумная альтернатива по сравнению с рудничными методами добычи битумоносных пород (БП), так как при этом исключаются вскрышные работы, а капитальные затраты в 2-3 раза ниже по сравнению с открытыми работами.

Технологический процесс СГД заключается в следующем: на продуктивный пласт бурится скважина, обсадные трубы спускаются до кровли пласта, а в интервале залегания продуктивного пласта оставляется открытый забой. В скважину спускается гидродобычное оборудование, состоящее из гидромонитора и устройства для подъема суспензии. По напорной колонне в насадки гидромонитора подается вода. Гидродинамическое разрушение пород осуществляется высоконапорной струей воды. При этом гидромонитор вращается относительно оси скважины с перемещением по толщине обрабатываемого интервала. Образовавшаяся суспензия поступает к выдачному устройству и поднимается на поверхность для переработки, а в подземной формации образуется полость - камера. Выдача гидросмеси на поверхность осуществляется с помощью гидроэлеватора, эрлифта, погруженного землесоса или созданием противодавления нагнетаемой в залежь воды или газа.

Генетическая специфика углеводородного сырья позволяет усовершенствовать этот метод и

при необходимости совместить метод СГД и технологический процесс разделения органической и минеральной фаз БП. Нами выделено три варианта сочетания процессов СГД с процессами разделения органической и минеральной фаз БП - подземный, подземно-наземный и наземный варианты.

Способы подземного и подземно-наземного разделения фаз, по мнению авторов, не найдут широкого применения при СГД БП из-за специфики геологического строения месторождений ПБ. В теле залежей имеются водоносные пропластки, много реликтовой воды. В основном все залежи ПБ РТ подстилаются водой и при проведении работ по указанному способу будут происходить неоправданные потери рабочих агентов из-за разбавления водой, и за счет фильтрации в пористые среды, большие тепловые потери в окружающие породы, что в итоге приведет к значительным материальным и энергетическим затратам и загрязнению недр.

Экологически чистым на сегодняшний день, и экономически оправданным считается способ наземного разделения органической и минеральной фаз при СГД, так как при этом способе отбойка породы и транспортирование на поверхность производится холодной водой, а возможные потери этой воды существенно не отразятся на экономических показателях.

При СГД БП и наземном способе разделения органической и минеральной фаз предусматривается производить отбойку породы высоконапорной струей холодной воды с целью избежания преждевременного отделения ПБ от породы. В холодном виде битумоносная суспензия поднимается на поверхность, где после сброса излишней воды суспензия поступает на установку по отделению органической фазы. В наземных установках для отделения битума от породы используется горячая вода, горячие растворы щелочей, ПАВ, эмульсии, пенные и кислотные

системы, растворители, пар, а также возможно применение термолитиза БП[2]. Освобожденная от ПБ порода утилизируется применяя закладку обратно в подземную камеру или остается в хвостохранилищах для последующего применения в качестве дорожно-строительных материалов [3].

Выполненные расчеты по технико-экономическим показателям приведены в таблице 1, из которой видно, что себестоимость добычи ПБ методом СГД зависит от глубины залегания битумоносного пласта, битумонасыщенности породы, коэффициента извлечения ПБ и существенно уменьшается при реализации обработанной породы. Расчеты показывают, что наилучшие показатели по себестоимости извлечения ПБ могут быть получены при разработке

Сарабикуловского и Мордово-Кармального месторождений [4].

Отделение ПБ производится на установках закрытого типа, вода оборотная. Отпадает необходимость подготовки и нагрева больших объемов воды или рабочих растворов, оптимизируется расход отмывающих реагентов и растворителей, исключается возможность загрязнения недр, содержащих питьевые воды, химическими реагентами. Недостатком подземно-наземного и наземного способов является необходимость подъема на поверхность значительных объемов породы и последующая их утилизация. В этом направлении необходимо сосредоточить усилия для снижения себестоимости добычи БП [5].

Таблица 1 - Относительная себестоимость природного битума, извлеченного методом СГД

Месторождение	Средняя глубина залегания битумоносного пласта, м	Средняя массовая битумонасыщенность продуктивного пласта, %	Коэффициент извлечения битумоносной породы	Необходимая масса руды для извлечения 1т битума, т	Расчетная себестоимость природного битума (относительная)	Расчетная себестоимость природного битума при реализации отработанной породы в количестве, т		
						2	4	6
Сарабикуловское	49,0	13,8	0,7	10,4	2,98	2,42	1,86	1,31
			0,8	9,1	2,81	2,25	1,69	1,13
			0,9	8,1	2,67	2,11	1,56	1,00
Шешминкинское	55,0	6,9	0,7	20,7	4,36	3,80	3,24	2,69
			0,8	18,1	4,01	3,46	2,90	2,34
			0,9	16,1	3,75	3,19	2,63	2,07
Кармалинское	60,0	7,3	0,7	19,6	4,21	3,65	3,09	2,54
			0,8	17,1	3,88	3,33	2,77	2,21
			0,9	15,2	3,63	3,07	2,51	1,96
Левобережное	64,0	8,1	0,7	17,6	3,95	3,39	2,84	2,28
			0,8	15,4	3,66	3,10	2,54	2,21
			0,9	13,7	3,43	2,87	2,31	1,96
Мордово-Кармальское	85,0	12,6	0,7	11,3	3,11	2,56	2,00	1,44
			0,8	9,9	2,92	2,36	1,81	1,25
			0,9	8,8	2,77	2,21	1,66	1,10
Ашальчинское	95,0	9,9	0,7	14,4	3,52	2,97	2,41	1,85
			0,8	12,6	3,28	2,73	2,17	1,61
			0,9	11,2	3,09	2,54	1,98	1,42

Технико-экономические показатели метода СГД полезных ископаемых зависят от горно-геологических условий месторождения, физико-механических свойств рудного тела и вмещающих пород, и от используемых технических и технологических решений. Для условий Мордово-Кармального месторождения природного битума устойчивый пролет кровли добычной камеры составит около 18 м, устойчивая площадь обнажения-254 м². При цилиндрической форме камеры, мощности продуктивного пласта 11 м и технологическом коэффициенте извлечения породы из камеры -0,8, объем добычи из одной камеры составит 2238 м³. Добыча битума при содержании его в породе 8% от массы и коэффициенте извлечения 80-95% составит 320-380т. Плотность

битумоносного песчаника в расчетах принята 2,25т/м³.

Таким образом, коэффициент битумоотдачи при выработке одной подземной камеры составит 0,64-0,76. Конечный коэффициент битумоотдачи для всего месторождения будет зависеть от принятой системы разработки. При больших глубинах карьеров метод СГД сравним по затратам с открытыми горными работами, а с увеличением глубины его эффективность еще более возрастает за счет меньших капитальных вложений и отсутствия вскрышных работ.

К положительным сторонам метода СГД относятся гибкость и оперативность метода, независимость работы гидродобычных агрегатов друг от друга, высокий коэффициент извлечения ПБ

из породы и конечный коэффициент битумоотдачи, отсутствие влияния процесса на физико-химические свойства ПБ, экологическая чистота. Срок разработки месторождения оперативно регулируется вводом в работу дополнительных гидродобычных агрегатов, а изготовление скважинного гидродобычного оборудования не требует больших материальных затрат и не является трудоемким.

Литература

1. М.И. Старшов, Н.Н.Ситников, Н.Т. Исхакова. Скважинная гидродобыча битумоносных песчаников. Обзор / Горючие сланцы, 1990.-т.7.№2.С.156-167
2. И.М. Старшов, М.И. Старшов, Х.Э. Харлампиди. Термический способ переработки битумосодержащих пород //Вестник Казанского технологического университета, 2009.-№5.С.339-372.
3. И.М. Старшов, М.И. Старшов, Х.Э. Харлампиди. Двухпоточный гравитационный пневматический классификатор сыпучих смесей //Вестник Казанского технологического университета, 2009.-№5.С.327-332
4. М.И. Старшов, И.М. Старшов Энергохимическое использование природных битумов Республики Татарстан // Материалы VII международной конференции «Нефть, газ – 2000». Том 2. – Казань: Издательство «Экоцентр», 2000. – С.162-165.
5. М.И. Старшов, И.М. Старшов Способ переработки битумосодержащих пород // Материалы научно-практической конференции «Нетрадиционные коллекторы нефти, газа и природных битумов. Проблемы их освоения». – Казань: Издательство Казанского университета, 2005. – С.258-259.

© **М. И. Старшов** - к.т.н. доц. каф ХТОМ Бугульминского филиала КНИТУ, gibadullin@kstu.ru; **И. М. Старшов** - к.т.н. доц. той же кафедры.