

УДК 553.973:622.648

В.А. Дементьев

СПОСОБЫ И СРЕДСТВА ДОБЫЧИ САПРОПЕЛЕЙ ЕСТЕСТВЕННОЙ ВЛАЖНОСТИ

Приведены сведения о разработке обводненных сапропелевых месторождений в настоящее время с применением средств гидромеханизации. Выявлены свойства сапропеля влияющие на его выемку и гидротранспортирование. Предложены новые технические и технологические решения добычи сапропеля.

Ключевые слова: сапропель, нагорный гидротранспорт, концентрация, влажность, породозаборное устройство.

В результате разработки обводненных залежей сапропеля известными способами с применением обычных земснарядов наблюдается ряд следующих негативных явлений:

- разбавление сапропеля большим объемом свободной воды перед всасыванием;
- образование облака взвеси в зоне забоя вследствие работы фрезы, ротора, шнека, гидрорыхлителя, грейфера или ковша экскаватора;
- всасывание и гибель рыбы,
- ухудшение прилегающего к озеру ландшафта из-за отторжения больших территорий под образование карт намыва;
- обмеление озера из-за перекачки больших объемов воды в карты намыва;
- большие затраты по осветлению возвратной воды;
- намыв сильно разбавленного воды сапропеля в чеки отстойники с последующим его длительным осаждением и промораживанием;
- потеря 15-20% водорастворимой органики, азота в результате обезвоживания и промораживания;
- загрязнение сапропеля в чеках отстойниках семенами сорных растений, пометом птиц, грызунов, зверей;
- потеря исходного качества сапропеля.

Исследования образцов сапропелей, взятых из озер Пильвелю, Веверу, Пуришу, Ивушка, Лудзу (Латвия), Самро (Россия) показали, что реологические свойства сапропеля, влияющие на его выемку и транспортировку в напорном трубопроводе, меняются по толщине залежи в зависимости от влажности, содержания органического вещества и золы в образцах. Высокое содержание органики в образцах обеспечивает более высокую влажность сапропеля, низкое сопротивлений сдвигу и большую подвижность (текучесть) сапропеля в залежи. И наоборот, высокая зольность взятых образцов соответствует более низкой влажности, большей плотности, большему сопротивлению сдвигу и меньшей подвижности (текучести) сапропеля. В этой связи, при разработке сапропеля, необходимо установить границу залегания сапропеля в вязко-текучем и тугопластичном состоянии, т.к. различие реологических характеристик требует различных способов и средств его разработки. Определение реологических характеристик предоставленных образцов произведено на цилиндрическом ротационном вискозиметре Rheotest 2.1 коаксиальными цилиндрическими измерительными устройствами.

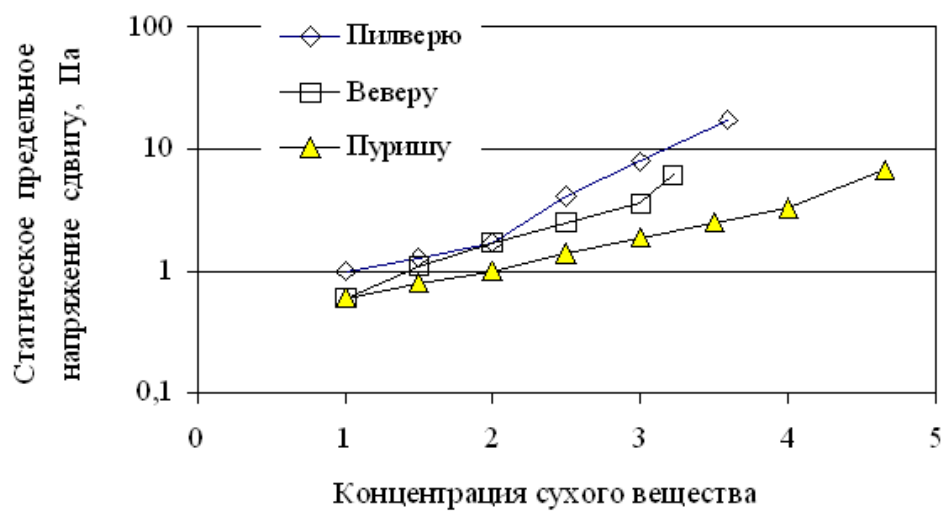


Рис. 1. Зависимость статического предельного напряжения сдвига от концентрации сухого вещества

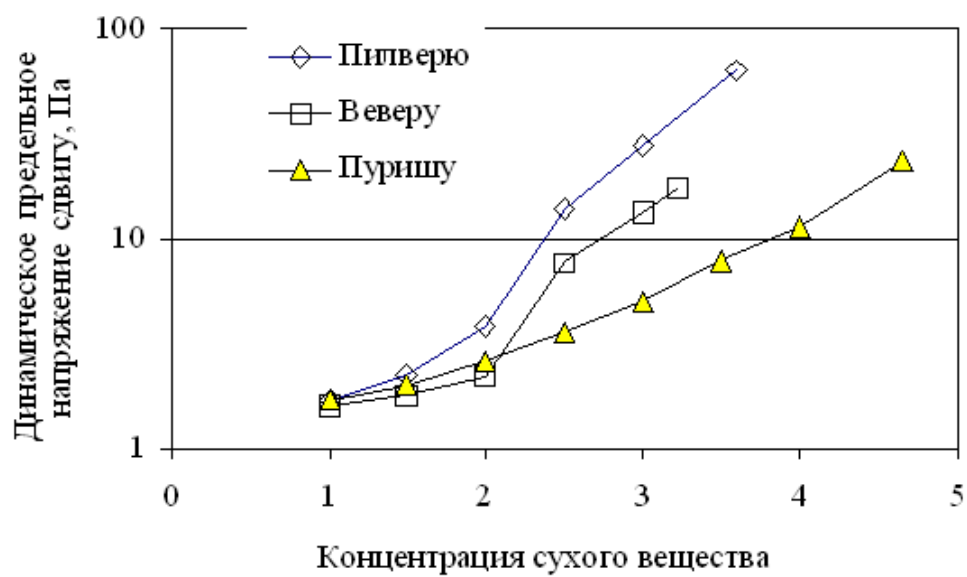
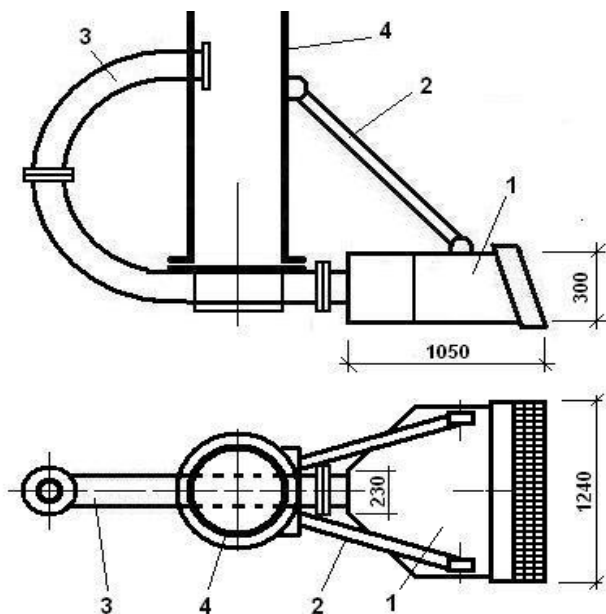


Рис. 2. Зависимость динамического предельного напряжения сдвига от концентрации сухого вещества



Породозаборное устройство (ПЗУ):
1 - ковш, 2 - распорка, 3 - всасывающий
патрубок, 4 - погружная камера

В зависимости от влажности исследуемого сапропеля использованы цилиндрические устройства N, S1 и S2, различающиеся по геометрическим размерам. С 3-х кратной повторностью снимали зависимость между напряжением сдвига и скоростью сдвига во всем диапазоне от 0,1 до $437,4 \text{ с}^{-1}$

Скорость сдвига указана в прилагаемой к инструкции по эксплуатации таблице ступеней скоростей вращения.

Результаты исследований образцов сапропеля приведены в таблице.

Разработка сапропелей методом вертикальной погружной трубы не эффективна, т.к. требует частых перестановок трубы, а часовая производительность такого способа составляет в среднем всего несколько метров кубических в час. Разработка сапропелей одноковшовыми (штанговыми) земснарядами тоже мало эффективна в виду тяжеловесности оборудования, цик-

личности процесса выемки, большого взмучивания в зоне выемки.

Осуществить втягивание сапропеля естественной влажности с помощью фрезерного или шнекового земснаряда невозможно ввиду высокой вязкости и срыва вакуума, т.к. грунтовые центробежные насосы рассчитаны на всасывание жидкой подвижной гидросмеси. Всасывание подразумевает всасывание воды с одновременным извлечением породы в потоке воды, а втягивание подразумевает извлечение вязко-текучей или вязко-пластичной породы без разбавления водой.

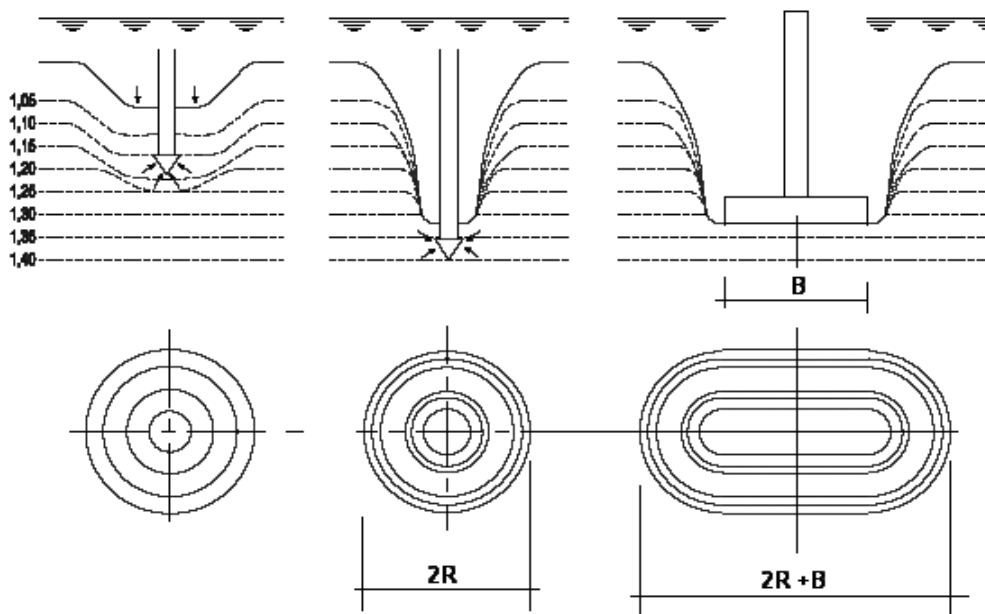
Осуществить втягивание структурированного сапропеля вертикальной или наклонной погружной трубой осложнено в связи с тем, что

трудно заполнить образующийся вакуум в зоне втягивания перед входом в ПЗУ, т.к. сапропель имеет высокую вязкость и сопротивление породы сдвигу.

По этой причине, разряжение, создаваемое на входе в сосун (ковш), ломает структуру сапропеля и втягивает его в небольшом локальном объеме вокруг входа в ковш. После чего, под действием силы тяжести, происходит подвижка прилегающих слоев, особенно возле стенок погружной трубы, поскольку при работе насоса вибрации передаются на близлежащие слои породы, ослабляя их структурные связи. В результате самой подвижной зоной забоя оказывается область, расположенная сверху вокруг погружной трубы. Сапропель начинает поступать в зону втягивания сверху вдоль стенок погружного агрегата. В кровле залежи начинает образовываться воронка, через которую к ПЗУ быстро проникает вода ввиду более высокой

Реологические характеристики образцов сапропеля

№ образца	Озеро	Объем воды к исходному, %	Влажность, %	Влагосодержание, кг/кг	Концентрация сух. вещ., %	Зольность, %	Предельное напряжение сдвигу, Па		Вязкость, Па с	
							статическое	динамическое	пластическая	динамическая
1	Пилверю	100	96,41	26,86	3,59	17,60	17,4	63,2	3,42	0,07
		120	97,00	32,33	3,00		7,9	28,1	1,34	0,06
		145	97,50	39,00	2,50		4,1	14,0	0,76	0,04
		182	98,00	49,00	2,00		1,7	3,8	0,21	0,02
		245	98,50	65,67	1,50		1,3	2,2	0,17	0,01
		369	99,00	99,00	1,00		1,0	1,7	0,15	0,01
2	Веверу	100	96,78	30,06	3,22	16,50	6,1	17,5	1,12	0,06
		108	97,00	32,33	3,00		3,6	13,5	0,81	0,05
		130	97,50	39,00	2,50		2,5	7,7	0,46	0,03
		163	98,00	49,00	2,00		1,7	2,2	0,20	0,02
		218	98,50	65,67	1,50		1,1	1,8	0,15	0,01
		329	99,00	99,00	1,00		0,6	1,6	0,12	0,01
3	Пуришу	100	95,35	20,51	4,65	14,50	6,7	23,5	0,98	0,08
		117	96,00	24,00	4,00		3,3	11,5	0,53	0,03
		134	96,50	27,57	3,50		2,5	7,9	0,40	0,02
		158	97,00	32,33	3,00		1,9	5,0	0,33	0,01
		190	97,50	39,00	2,50		1,4	3,6	0,26	0,01
		239	98,00	49,00	2,00		1,0	2,6	0,23	0,01
		320	98,50	65,67	1,50		0,8	2,0	0,18	0,01
483	99,00	99,00	1,00		0,6	1,7	0,15	0,004		



подвижности, чем у сапропеля. Таким образом, процесс втягивания сапропеля естественной влажности остается неустойчивым и кратковременным.

Вывод: Объем устойчивой подачи сапропеля естественной влажности возможно увеличить за счет распространения (расширения) зоны втягивания породы в горизонтальной плоскости.

Это возможно осуществить двумя способами: за счет увеличения ширины ПЗУ и за счет его перемещения в горизонтальной плоскости.

Оба показателя имеют взаимосвязанные ограничения и требуют оптимизации. Чрезмерное увеличение ширины ПЗУ усложняет внедрение ПЗУ в породу, увеличивает лобовое сопротивление ПЗУ при его горизонтальном перемещении, а увеличение

скорости горизонтального перемещения приводит к резкому возрастанию нагрузок на ходовые и энергетические устройства земснаряда.

При этом перемещение ПЗУ в горизонтальной плоскости может осуществляться **двумя способами: постоянным равномерным продвижением ПЗУ (ПРП) в толще сапропеля, или периодическим продвижением с промежуточными остановками (ПППО).**

Первый способ ПРП необходимо использовать при повышенной вязкости и сопротивлении сдвигу, второй — при текучей консистенции сапропеля.

Указанные способы выемки сапропеля эффективно вести с помощью ПЗУ, выполненного в виде плоского ковша проникающего типа. ПИАВ

Коротко об авторе

Дементьев В.А. — кандидат технических наук, соискатель,
Московский государственный горный университет,
Moscow State Mining University, Russia, ud@msmu.ru