

УДК 622.23.05

**О. М. Волчек, Н. Ю. Кондратчик, Ю. С. Наривончик**

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Министерство образования Республики Беларусь, ул. Войкова, 21, 225404 Барановичи, Республика Беларусь, +375 (29) 724 98 08, leolya07@mail.ru

## **ВЛИЯНИЕ РЕГЕНЕРАЦИИ РАБОЧЕЙ ЖИДКОСТИ В ГИДРОСИСТЕМЕ НА МЕХАНИЗИРОВАННЫЙ КОМПЛЕКС С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕХАНИЧЕСКОГО ДИСПЕРГАТОРА**

Гидрофицированные машины (в частности, механизированные крепи) широко используются при разработке калийных месторождений. Крепь очистного забоя предназначена для поддержания кровли, сохранения очистной выработки в рабочем и безопасном состоянии, обеспечения механизации процессов создания и управления породами кровли. Управление всеми механизмами производится с помощью гидросистемы, в которой используются индустриальные или моторные масла. При длительной эксплуатации в них могут накапливаться побочные продукты окисления, загрязнения и прочие примеси.

В статье приведен сравнительный анализ работы механизированного комплекса с применением регенерации рабочей жидкости в гидросистеме при использовании механического диспергатора и без ее применения.

В результате применения гидромеханического диспергатора (ГМД) происходит увеличение наработки до отказа гидрооборудования механизированной крепи в целом в 1,89 раза и насосной станции — в 1,27 раза.

**Ключевые слова:** гидрофицированная машина; диспергатор; масло; установка; отказ.

Рис. 2. Табл. 1. Библиогр.: 4 назв.

**V. M. Vauchok, N. Y. Kondratchik, Y. S. Naryvonchyk**

Baranovich State University, Ministry of Education of the Republic of Belarus, 21 Voykova Str., 225404 Baranovich, the Republic of Belarus, +375 (29) 724 98 08, leolya07@mail.ru

## **THE INFLUENCE OF THE REGENERATION OF THE WORKING FLUID IN A HYDRAULIC SYSTEM IN THE MECHANIZED COMPLEX USING A MECHANICAL DISPERSER**

Hydraulic machines, e. g. mechanized supports, are widely used in the development of potash deposits. The mechanized support of clearing edge is intended to maintain the roof, preserve the clearing system in working and safe condition, and ensure the mechanization of processes of creation and management the roof rocks. All the mechanisms are controlled by a hydraulic system that uses industrial or motor oils. With long-term operation, they may accumulate by-products of oxidation, contamination and other impurities. The article compares the operation of a mechanized complex with the use of regenerated working fluid in a hydraulic system using a mechanical dispersant and without its application. As a result of using a hydro-mechanical dispersant, the increase in the operating time to failure of the hydraulic equipment of the mechanized support is 1.89 times, and the pump station is increased by 1.27 times.

**Key words:** hydraulic machine; dispersant; oil; installation; failure.

Fig. 2. Table 1. Ref.: 4 titles.

**Введение.** При длительной эксплуатации индустриальных и моторных масел (в гидросистемах) в них могут накапливаться побочные продукты окисления, загрязнения и прочие примеси. Все они вместе оказывают пагубное влияние на эксплуатационные характеристики масел, резко снижая их качество. Поэтому регенерация индустриальных масел является целесообразной и оправданной [1].

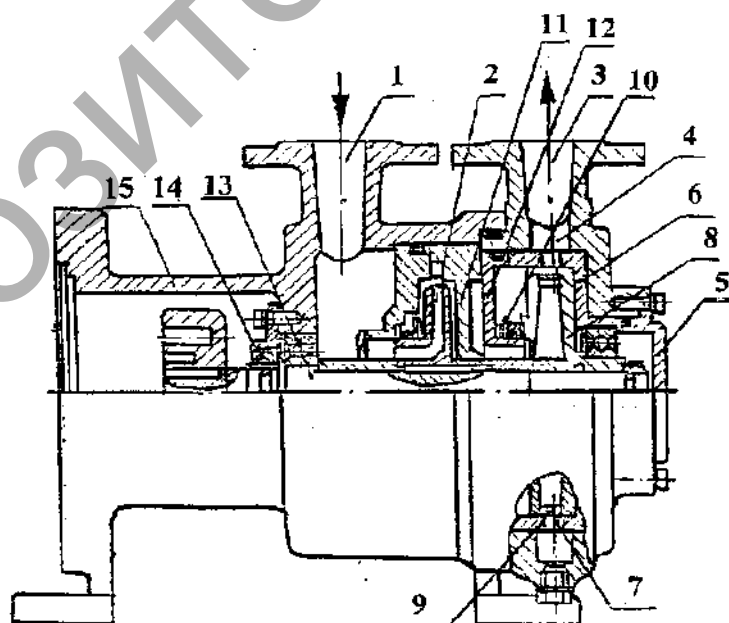
При регенерации индустриальных масел применяется целая совокупность операций, которые основываются на разнообразных физических, физико-химических и химических процессах.

Конечной целью регенерации является удаление из масел продуктов старения и загрязнения. При обработке рекомендуют соблюдать определенную последовательность методов: а) механические — для удаления свободной воды и твердых загрязнений; б) теплофизические — для выпаривания и вакуумной перегонки; в) физико-химические (коагуляция и адсорбция).

**Основная часть.** Опыт показывает, что надежность гидрофицированных машин зависит от эксплуатационных свойств рабочей жидкости (РЖ), применяемой в гидросистемах. Только за счет ее замены или регенерации можно существенно повысить ресурс эксплуатируемой машины. В этой связи большое внимание должно уделяться техническому обслуживанию гидросистем, рациональному нормированию допустимых уровней загрязненности и способам диагностики [2]. Учитывая важность проблемы очищения РЖ, используемой в гидравлической системе механизированных крепей очистных комплексов, разработана специальная установка для приготовления и регенерации РЖ на добычном участке с использованием роторного аппарата с модуляцией потока (РАМП), а также гидравлические системы, позволяющие использовать РАМП вместо подпиточного насоса в насосных станциях типа СНТ.

Для соединения функций эмульсионного аппарата, регенерационной техники и подпиточного насоса в одном устройстве, на базе РАМП разработан гидромеханический диспергатор (ГМД), конструктивные особенности которого позволяют диспергировать загрязненную РЖ до величины диаметра твердых частиц не более 4...5 мкм [2].

Порядок работы ГМД следующий: прошедшая эксплуатацию в гидравлической системе загрязненная РЖ поступает во входной патрубок 1 (рисунок 1) посредством вращения рабочего колеса (ступени) 2, затем, пройдя через направляющий аппарат 11 и диафрагму 12, поступает под давлением в полость вращающегося ротора 8, а через его отверстия 9 и отверстия 7 неподвижного статора 6 — в рабочую камеру 4, где подвергается интенсивному кавитационному воздействию. Продиспергированная в ГМД РЖ вновь поступает в гидросистему очистного комплекса по патрубку 3.



1 — входной патрубок; 2 — рабочее колесо (ступень); 3 — выходной патрубок; 4 — рабочая камера; 5 — крышка; 6 — статор; 7 — отверстия статора; 8 — ротор; 9 — отверстия ротора; 11 — направляющий аппарат; 12 — диафрагма; 13 — вал; 14 — магнитное уплотнение; 15 — корпус

Рисунок 1. — Конструктивная схема ГМД

В основе конструкции ГМД лежит роторно-статорная система, во время работы которой обрабатываемая среда подвергается широкому комплексу воздействия различных физических факторов: вибрационному в полости ротора 8 и ультразвуковому в рабочей камере 4; сдвиговым напряжениям в зазоре; турбулентному и струйному вблизи отверстий ротора; кавитационному — в каналах ротора 9 и рабочей камере [2].

Принцип действия роторного аппарата с модуляцией потока основан на явлении кавитации в эмульсии, протекающей через отверстия переменного сечения с большими градиентами давления и скорости. Объясняется это тем, что во время прохождения подаваемой под давлением в полость ротора обрабатываемой среды (которая через окна ротора и статора нестационарно вытекает в рабочую камеру в процессе ее торможения, когда отверстия статора перекрываются), вследствие инерции смеси возникают большие отрицательные импульсы давления, приводящие к акустической кавитации. Последняя, создавая большие давления и температуры в микролокальных областях жидкости, способствует интенсивному диспергированию.

Особенностью работы роторного аппарата с модуляцией потока, как интенсифицирующего аппарата при производстве шахтных эмульсий, является то, что акустические колебания в нем возбуждаются в турбулентно движущейся жидкости, и периодические колебания давления накладываются на беспорядочные турбулентные пульсации, обеспечивая таким образом значительные скорости обтекания частиц дисперсной фазы, что благоприятно влияет на процесс диспергирования. Амплитуда переменного давления и относительные скорости движения частей аппарата таковы, что в обрабатываемой среде возникает как акустическая, так и гидродинамическая кавитация [2]. Все это позволяет, используя для получения рабочих жидкостей РАМП, вводить в обрабатываемую среду огромные плотности энергии различных видов и создать за исключительно короткий промежуток времени наиболее благоприятную обстановку для ускорения протекания гидродинамических и химических процессов в гетерогенных средах.

В качестве механизированного комплекса рассмотрим агрегатную крепь (рисунок 2) модели БС2.1П производства «Вестфалия Люнен» (Германия) [3]. Под агрегатной (агрегатированной) крепью понимают такую крепь, все секции которой своими домкратами передвижения связаны (агрегатированы) со ставом забойного конвейера. Передвижения секций кинематически взаимосвязаны, вследствие чего секции пригодны для дистанционного и автоматического управления, позволяют сократить время на их передвижки. Данная модель используется на калийных рудниках ОАО «Беларуськалий» и зарекомендовала себя лучшей в качестве оптимального варианта по соотношению цена/качество [3].

Крепь состоит из отдельных одностоечных секций, связанных между собой конвейером и гидрокommunikациями. Каждая секция крепи состоит из одной гидростойки 5 двухстороннего действия, одинарной раздвижности; основания 1, соединенного с оградительной частью перекрытия шарнирным четырехзвенником 2 поддерживающего козырька 4; бокового выдвигного борта у оградительной части для перекрытия 3 межсекционных зазоров; двух гидродомкратов передвижения 6, расположенных по бокам основания и соединяющих секции с забойным конвейером.

В процессе анализа надежности механизованных крепей учитывались отказы гидрооборудования, вызываемые взаимодействием его элементов с рабочей жидкостью, применяемой в гидросистеме. Отказы из-за поломок гидроэлементов не учитывались (например, изгибы штоков гидроцилиндров, разрывы проушин крепления гидроцилиндров передвижения секций крепи, механические повреждения рукавов гидроразводки и др.) [3].

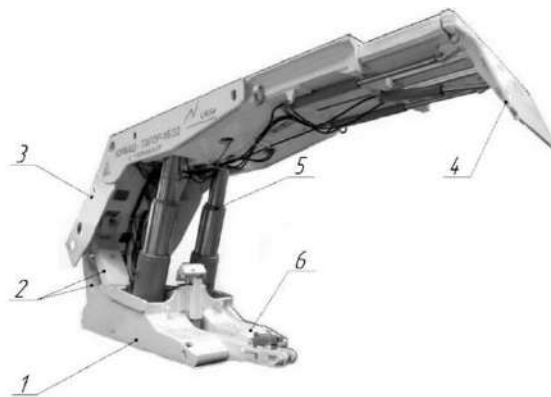


Рисунок 2. — Эскиз секции крепи

Приведем данные о количестве отказов гидроэлементов крепи и насосной станции, происходящих в результате взаимодействия с рабочей жидкостью, при работе с ГМД и о средних наработках до отказа гидроэлементов (таблица 1).

Т а б л и ц а 1. — Отказы различных гидроэлементов крепи и средние наработки до отказа

Элементы гидрооборудования крепи	Количество отказов элементов		Средняя наработка до отказа совокупности однотипных элементов, $T_i$ , передвижек секций	
	без ГМД	с ГМД	без ГМД	с ГМД
<i>Гидрооборудование секций крепи</i>				
Гидростойка	10,0	6,0	22746,00	17910,0
Гидроцилиндр передвижения	15,0	9,0	15164,00	11940,0
Гидрозамок стойки	32,0	17,0	8027,00	6321,0
Уплотнительные кольца отсекаателя	958,0	516,0	264,5,00	208,3
Гидроблок управления	169,0	85,0	1605,00	1264,0
Гидрооборудование в целом	1186,0	633,0	216,00	169,8
Среднее значение	395,0	211,0	8083,25	6302,0
<i>Насосная станция</i>				
Манжеты, плунжеры, гидроблок	7,5	6,0	22746,00	17910,0
Предохранительный клапан	10,0	7,0	19509,70	15362,0
Разгрузочный клапан	5,1	4,0	34145,00	26866,0
Управляющий клапан	6,2	4,0	34247,10	26866,0
Насосная станция в целом	26,5	21,0	6448,00	5117,0
Среднее значение	10,8	8,5	31812,96	18428,0

Количество отказов элементов:

– гидрооборудования секции крепи —

$$\frac{395}{211} = 1,89;$$

– насосной станции —

$$\frac{10,8}{8,5} = 1,27.$$

Средняя наработка до отказа:

– гидрооборудования секции крепи —

$$\frac{8083,25}{6302} = 1,27;$$

– насосной станции —

$$\frac{31812,96}{18428} = 1,61.$$

Интенсивность отказов различных по функциональному назначению гидроцилиндров, стоечных гидроблоков управления и других элементов крепи определяется из выражения

$$\eta_i = \frac{1}{T_i \cdot N_{сз} \cdot N_{эл}},$$

где  $\eta_i$  — интенсивность отказов гидроэлемента, 1/передвижку секций;  $T_i$  — средняя наработка до отказа совокупности однотипных элементов передвижных секций;  $N_{сз}$  — количество секций крепи, установленных в очистном забое;  $N_{эл}$  — количество гидроэлементов одинакового функционального назначения, установленных на секции крепи.

Интенсивности отказов отдельных гидроэлементов одинакового функционального назначения, установленных на секции крепи, составляет: гидростойка  $\eta_{ГС} = 0,553 \cdot 10^{-6}$ ; гидроцилиндр передвижной  $\eta_{ГЦП} = 0,415 \cdot 10^{-6}$ ; стоечный гидроблок  $\eta_{ГБС} = 1,57 \cdot 10^{-6}$ ; уплотнительные кольца  $\eta_{УК} = 47,532 \cdot 10^{-6}$ ; гидроблок управления  $\eta_{ГБУ} = 7,833 \cdot 10^{-6}$  [4].

Средняя интенсивность отказов ( $\eta_{СК}$ ) совокупности различных гидроэлементов для одной секции крепи БС2.1П, отказывающих в результате их взаимодействия с рабочей жидкостью гидросистемы определяется по формуле

$$\eta_{СК} = \eta_{ГС} + \eta_{ГЦП} + \eta_{ГБС} + \eta_{УК} + \eta_{ГБУ} = 57,903 \cdot 10^{-6} \text{ 1/передвижку секции.}$$

При этом средняя наработка до отказа совокупности гидроэлементов секции вычисляется следующим образом:

$$T_{СК} = \frac{1}{\eta_{СК}} = 17\,270 \text{ передвижек секций.}$$

**Заключение.** Улучшение качества рабочей жидкости в гидросистеме крепи при установке в насосной станции ГМД приводит к увеличению наработки до отказа  $T_i$  гидрооборудования механизированной крепи в целом в 1,89 раза и насосной станции — в 1,27 раза. Однако и при установке ГМД абсолютное количество отказов (97,3%) приходится на гидроэлементы аппаратуры управления гидроцилиндрами секций крепи, а в насосной станции (71,4%) — на предохранительный, разгрузочный и управляющий клапаны.

#### Список цитируемых источников

1. Опыт и перспективы применения столбовой системы разработки на Старобинском месторождении / Б. И. Петровский [и др.] // Повышение эффективности технологических процессов горных работ на калийных рудниках : сб. науч. тр. — Л, 1980. — С. 48—59.
2. Опыт двухслойной выемки мощного пласта сложного строения / Б. И. Петровский [и др.] // Технология и безопасность горных работ в калийных рудниках : сб. науч. тр. — Пермь, 1985. — С. 17—22.
3. Результаты шахтных испытаний двухслойной выемки Третьего пласта на Старобинском калийном месторождении / Б. И. Петровский [и др.] // Горный журн. — 1985. — № 12. — С. 34—36.
4. Петровский, Б. И. Разработка пологих пластов лавами на калийных рудниках Республики Беларусь / Б. И. Петровский [и др.] // Минеральные ресурсы и человек : сб. докл. Междунар. науч.-техн. конф. : в 2 т. ; Варна, 17—19 сент. 2002. — Варна, 2002. — Т. 2. — С. 157—162.

Поступила в редакцию 06.04.2018