

УДК 622.271: (622.682+622.684)

ОБОСНОВАНИЕ АДАПТАЦИИ ЦИКЛИЧНО-ПОТОЧНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕДНОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ АКТОГАЙ

Е.А. Сапаков¹, С.С. Кулнияз²

¹доктор технических наук, эксперт по вопросам недропользования, ТОО „Kazakhmys Aktogay“, г. Алматы, Республика Казахстан

²доктор технических наук, профессор кафедры Металлургия, Актюбинский региональный государственный университет им. К. Жубанова, г. Актюбе, Республика Казахстан, e-mail: kulnyaz@mail.ru

Аннотация. В статье обоснована целесообразность применения циклично-поточной технологии на карьере Актогай, при разработке глубокозалегающего медно-рудного месторождения. Приведены результаты сравнения различных вариантов и технологических схем ЦПТ при проектировании разработки месторождения Актогай.

Ключевые слова: карьер, циклично-поточная технология, адаптация, эффективность, передвижные дробильно-перегрузочные комплексы, вскрытие, автомобильно-конвейерный транспорт, производительность автосамосвалов.

SUBSTANTIATION OF CYCLIC-FLOW TECHNOLOGY ADAPTATION WHILE DEVELOPING THE AKTOGAY COPPER DEPOSIT

E.A. Sapakov¹, S.S. Kulniyaz²

¹doctor of technical sciences, expert in the subsoil use, LLP „Kazakhmys Aktogay“ Kunaev str. 77, 13 floor, Almaty city, The Republic of Kazakhstan

²doctor of technical sciences, professor of the Metallurgy department of the K. Zhubanov Aktobe State University, Aktobe city, The Republic of Kazakhstan, e-mail: kulnyaz@mail.ru

Abstract. The substantiation of practicability of using of cyclic-flow technology on the Aktogay deposit during the development of the deep seated copper deposit is declared in the article. The results of comparing of different options and technological schemes CFT during the engineering of the development of the Aktogay deposit are listed.

Key words: quarry, cyclic-flow technology, adaptation, efficiency, mobile crushing-transhipmenting complexes, mining, automobile-conveyor transport, productivity of dumptracks.

Введение. Промышленность Республики Казахстан развивается высокими темпами и в 2030 году согласно «Программе 2030» Казахстан войдет в первую десятку промышленно развитых стран Азии.

Корпорация «Казакхмыс» - крупнейший в Казахстане и один из крупнейших в мире производителей меди, серебра, золота.

Одним из приоритетных направлений дальнейшего развития компании является увеличение объема добычи сырья открытым способом. Если

сегодня в корпорации открытым способом добывается 35 % медьсодержащих руд, то в 2015 году – до 76 %, в 2020 году – до 79 %, а в 2025 году достигнет 84 % за счёт ввода в отработку крупнейших месторождений «Актогай» и «Бозшаколь». В Актогае планируется добывать 50 млн.т руды в год, в Бозшаколе от 8 до 14 млн.т/год. Глубина карьера «Актогай» в конечных контурах будет 700 м, карьера «Бозшаколь» – до 400 м. Объёмы горной массы составят: по Актогаю – 30 млн.м³/год, по Бозшаколю – 15 млн.м³/год.

Для реализации проектных объемов добычи и глубины разработки необходимо разработать такую современную технологию открытой разработки, которая обеспечивала бы высокую производительность при минимальных удельных затратах на добычу и минимальном количестве единиц добычного оборудования. Одним из путей решения проблемы является переход от автомобильного и железнодорожного транспорта к прогрессивному автомобильно-конвейерному транспорту.

С увеличением глубины карьеров и ростом расстояния транспортирования горной массы эксплуатационные расходы при применении традиционных колесных видов транспорта значительно возрастают, а производительность снижается.

Для повышения экономической эффективности и повышения конкурентоспособности открытого способа разработки месторождений полезных ископаемых наиболее адаптивным является циклично-поточная технология с применением передвижных дробильно-перегрузочных пунктов, что позволяет существенно сократить дальность транспортирования горной массы при применении конвейеров с углами наклона до 16-18°, снизить себестоимость транспортирования горной массы на 30-40%, повысить производительность труда в 1,4-2 раза.

При проведении исследований использованы анализ и обобщение проектных решений и научно-исследовательских работ проведенных на примере карьеров России, Украины, Казахстана и Узбекистана. Полученные в результате исследований технологические схемы с применением передвижных дробильно-перегрузочных пунктов позволяют повысить эффективность горных работ и адаптационные возможности ЦПТ.

Цель работы. Обоснование на примере разработки меднорудного месторождения Актогай, адаптации циклично-поточной технологии, при разработке глубокозалегающих рудных месторождений Казахстана, которая позволит повысить эффективность открытой разработки месторождений полезных ископаемых.

Материал и результаты исследований. В 1985 году институт «Гипроцветмет» выполнил «ТЭО строительства Актогайского ГОКа», в котором рассмотрел 4 варианта вскрытия и разработки месторождения:

I вариант – вскрытие и разработка месторождения с применением автомобильно-железнодорожного транспорта;

II вариант – вскрытие и разработка месторождения с применением автомобильного транспорта;

III вариант – вскрытие и разработка месторождения с применением конвейерных (тележечных) поездов;

IV вариант – вскрытие и разработка месторождения с применением автомобильно-конвейерного транспорта.

Вскрытие и разработка месторождений предусматривается:

- при I варианте – двумя траншеями внешнего заложения: породной до горизонта с отметкой 360 м на южном борту и рудной до горизонта с отметкой 400 м на восточном борту, а ниже – до перегрузочного пункта на горизонте с отметкой 60 м – двумя спиральными железнодорожными съездами; горизонты между отметкой 60 м и – 140 м вскрываются спиральным автомобильным съездом, по которому горная масса в автосамосвалах доставляется на перегрузочный пункт;

- при II варианте – двумя автомобильными спиральными съездами до дна карьера;

- при III варианте – постоянным съездом по восточному борту на всю глубину карьера;

- при IV варианте – автомобильным спиральным съездом, а также двумя наклонными конвейерными стволами – рудным до горизонта с отметкой – 20 м, пройденным в северном борту и породным до горизонта с отметкой 180 м, пройденным в южном борту и шестью вертикальными рудоспусками и породоспусками на конвейеры в наклонных стволах. В породе- и рудоспуски порода и руда поступают после их дробления на передвижных дробильных комплексах, загружаемых автосамосвалами.

В 2005 году по заказу ТОО «Корпорация Казахмыс» фирма «Thyssen Krupp» предложила V вариант вскрытия и разработки карьера «Актогай» с разделением на два карьера: Актогай-Юг и Актогай –Север. В таблице 1 приведены основные параметры карьеров.

Фирма «Thyssen Krupp» предложила технологию разработки ЦПТ с полумобильными дробилками. По проекту ТКФ вскрышные породы и окисленная руда выше гор. 405 м обрабатывается с использованием автосамосвалов с вывозкой во внешние отвалы. На втором этапе, после вскрытия сульфидной руды, проходятся две временные траншеи до гор. 390 м и устанавливаются две конусные полумобильные дробилки.

Таблица 1- Основные параметры карьеров

Показатели	Единица измерения	Количество	
		Актогай-Юг	Актогай-Север
Площадь по поверхности	тыс.м ²	2790,0	475,0
Длина карьера (с запада на восток)	м	2200	900
Ширина карьера (с севера на юг)	м	1800	630
Глубина карьера	м	580	250
Углы наклона бортов карьера	град.	44-51	44-48
Горная масса	млн.м ³	728,5	56,4
Товарная руда	млн.т	1375,5	74,2
Вскрыша	млн.м ³	209,4	28,4
Коэффициент вскрыши	м ³ /т	0,15	0,38
Годовая производительность по руде	млн.т	50	

Доставка руды и породы (30 млн.м³/год) к дробилкам производится автосамосвалами грузоподъемностью 220 т. После дробления до размера куска 350 мм вскрыша по подъёмным и магистральным конвейерам доставляется на перегрузочный пункт, далее по подъёмному конвейеру подаётся на отвальный конвейер и с помощью отвалообразователя укладывается в радиальный отвал 4 (рис. 1).

Руда системой конвейеров подается на вторичное дробление до куска 65 мм и затем направляется на обогатительную фабрику 6 по конвейерам.

В случае подачи из карьера руды по обеим конвейерным линиям часть руды укладывается в рудный склад специальным комбинированным роторным погрузчиком.

На третьем этапе полумобильные дробилки устанавливаются на гор. 320 м, а подъёмные магистральные конвейеры размещаются на постоянных наклонных конвейерных бермах 7 по борту карьера.

Горная масса на гор. 320 м доставляется с гор. 335-260 м. После вскрытия гор. 290 м готовятся новые площадки для установки полумобильных дробилок на гор. 230 м.

По проекту ТКФ для погрузки 30 млн.м³/год горной массы, в т.ч. 50 млн.т руды из забоев в 13 автосамосвалов грузоподъемностью 220 т потребуются 3 экскаватора с ёмкостью ковша 38-44м³.

При увеличении расстояния доставки от забоя до дробилки до 2,5 км количество потребных автосамосвалов увеличивается до 16-18 штук, в т.ч. из-за переподъема горной массы к месту разгрузки.

Основным недостатком схемы разработки предложенной ТКФ, является необходимость опережающего создания котлованов для вскрытия нижних горизонтов и размещения наклонных конвейерных берм.

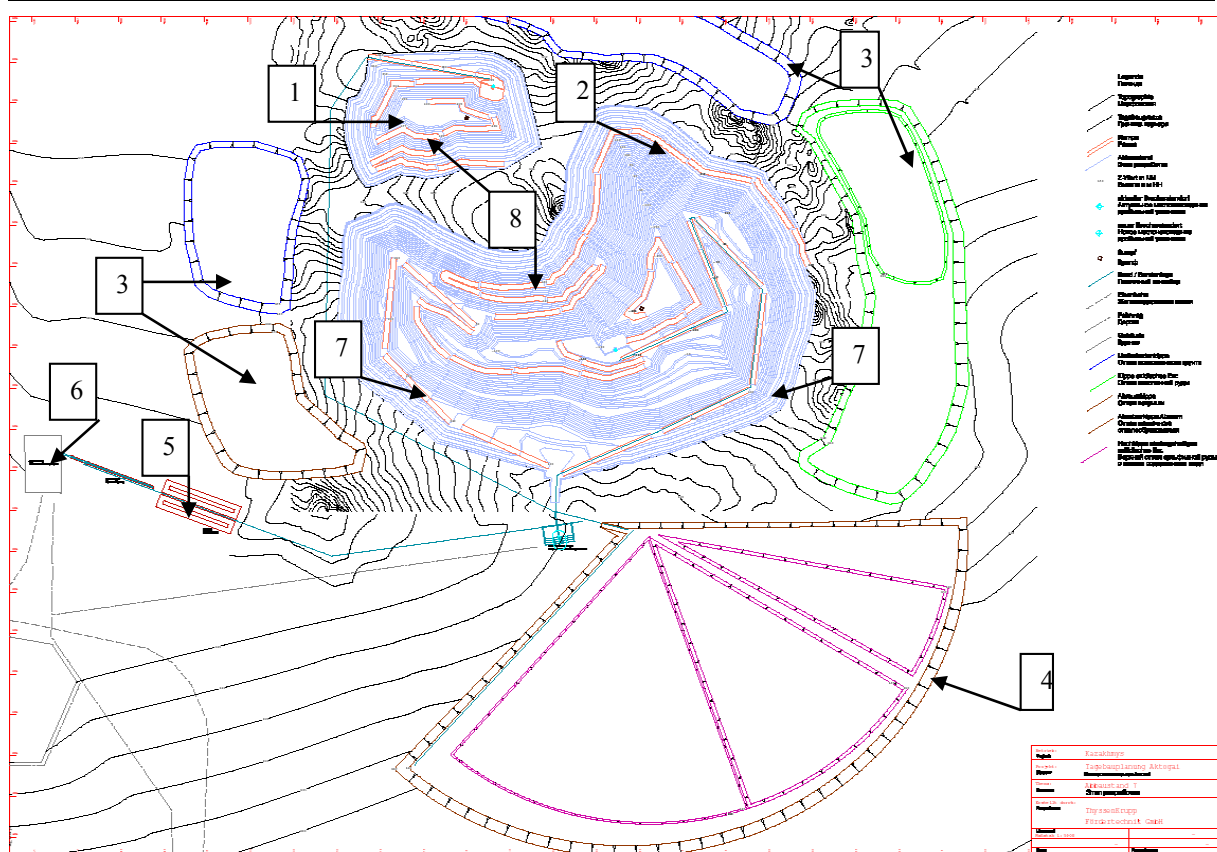


Рисунок 1- План карьера и поверхностных объектов рудника Актогай на конец отработки (по проекту Thyssen Krupp Fordertechnik)
 1 – карьер Актогай – Север, 2 – карьер Актогай – Юг, 3 –автомобильные отвалы, 4 – отвал ЦПТ, 5 – рудный буферный склад, 6 – обогатительная фабрика, 7 – конвейерные бермы, 8 – автомобильные транспортные бермы.

В этом случае при расширении котлованов, установленные на конвейерных бермах, магистральные подъемные конвейеры будут подвергаться воздействию взрывных работ, что не позволит достаточно эффективно вести горные работы в карьере.

Другим недостатком проекта ТКФ является большой вес (металлоёмкость) и недостаточная мобильность дробилок в карьере. При монтаже дробилки потребуются кран грузоподъёмностью 200 т. Высота разгрузки автосамосвала в приемный бункер дробилки равна 15 м. При переносе дробилки на нижний горизонт потребуются специальная транспортная тележка.

Тенденция к внедрению систем ЦПТ на крупных карьерах отчетливо проявилась в 70-е годы. В этот период времени рассматривались и решались вопросы о внутрикарьерном расположении дробильных установок.

Несмотря на то, что в первоначальный период времени капитальные вложения на автотранспорт ниже, чем на конвейерный транспорт, эконо-

мичность последнего возрастает с ростом глубины и масштабов открытых горных разработок.

Исследованиями установлено, что чем больше срок службы карьера, тем ниже эксплуатационные расходы на конвейерный транспорт.

Применение ЦПТ в условиях постоянного роста глубины горных работ позволяет достичь высокой концентрации производства, улучшить показатели использования горно-транспортного оборудования, обеспечить высокую степень автоматизации технологических процессов и повысить эффективность работы предприятия в целом.

Исследования показали, что удельное энергопотребление применяемой на карьерах СНГ ЦПТ по сравнению с цикличной технологией ниже на 14-16 %. Это весьма важно в условиях нестабильности и постоянного повышения цен на энергетические ресурсы. Распределение энергопотребления по основным технологическим процессам ЦПТ в среднем составляет: транспортирование горной массы – 75-80%, дробление – 8-10 %, экскавация – 16-18 %.

Например, при транспортировании горной массы автосамосвалами около 60 % энергии используется на перемещение собственной массы и только 40 % на полезную нагрузку. Для ленточных же конвейеров это соотношение соответственно равно 20 и 80 %.

При стоимости 1 л дизельного топлива 55 цента, стоимость 1 кВт·ч электроэнергии составляет 0,06 центов. Для транспортирования 100 т горной массы на расстояние 5 км автосамосвалом требуется 40 л дизельного топлива, что обходится в 22 \$. Для транспортирования того же груза конвейерным транспортом необходимо 60 кВт электроэнергии, что составляет по стоимости 3,6 \$.

При подъеме горной массы на высоту 50 м автосамосвалом расходуется 10 л дизельного топлива, что обходится в 5,5 \$., а при конвейерном транспорте в этих же условиях потребляется 15 кВт электроэнергии, что соответствует 60 центам. Таким образом, при использовании автомобильного транспорта затраты в 6-9 раз больше, чем при конвейерном.

Исследованиями также установлено, что автосамосвалы при трехсменном режиме работы в условиях горнодобывающих предприятий служат не более 5-8 лет при одном капитальном ремонте. Эксплуатационные расходы при применении большегрузных автосамосвалов значительно выше расходов на конвейерный транспорт, что обусловлено высокой стоимостью дизельного топлива, заработной платой водителей, затратами на шины, техническое обслуживание и ремонт машин, а также затратами на строительство и содержание карьерных автодорог, выдерживающих большие осевые нагрузки. Наряду с отмеченным установлено, что произ-

водительность автосамосвалов в значительной мере снижается с ростом расстояния транспортирования и повышением продольного уклона трассы.

С учётом ранее рассмотренных различных проектных вариантов нами были рассмотрены и предложены для практического применения различные технологические схемы одна из которых рассматривается ниже [1].

Нами предложена усовершенствованная схема автомобильно-конвейерной доставки горной массы из карьера. Основным принципом предлагаемой схемы является отработка каждого горизонта до проектного контура и, только после этого, переход на следующий нижний горизонт.

В пределах горизонта карьерное поле делится на 2 равные части. Каждая половина карьера отрабатывается одним комплексом, включающим экскаватор с ёмкостью ковша 55-60 м³, три автосамосвала грузоподъёмностью 300 т, одну ПДПК с небольшой (до 8-10 м) высотой разгрузки и участковый конвейер. Длина участкового конвейера в зависимости от участка отработки может быть равной 0,5 км и 1 км. Участковый конвейер соединяется с магистральным конвейером.

Порядок отработки следующий. От магистрального конвейера проходит конвейерный съезд на два нижних горизонта с использованием автосамосвалов. Дробилка установлена на магистральном конвейере. Затем производится отработка горизонта высотой 15-20 м в ближней зоне 1 – на расстоянии до 600 м от дробилки (рис. 2). Поскольку высота разгрузки не превышает 8-10 м, то автомобили заезжают на разгрузочную площадку и разгружаются в приёмный бункер дробилки. После отработки ближней зоны устанавливается конвейер длиной 500 м с примыканием к магистральному конвейеру. Дробилка переезжает на дальний конец конвейера и отрабатывается средняя зона 2. После второй конвейер удлиняется до 1000 м с переездом дробилки на дальний отработки зоны конец конвейера.

После полной отработки горизонта магистральным конвейером удлиняется с переходом на смежный нижний горизонт, а дробилка возвращается к магистральному конвейеру.

Конвейерный съезд проходит на следующий нижний горизонт, после чего отрабатывается ближняя зона нового горизонта. Поскольку отработка ведётся двумя комплексами, то горные работы в ближней, средней и дальней зонах могут вестись в разные отрезки времени, что позволяет иметь один комплект конвейеров длиной 500 м и 1000 м для всего карьера. Конвейеры переносятся на смежный нижний горизонт путём их полной

разборки и сборки на новом месте. Приводные станции перемещаются волоком.

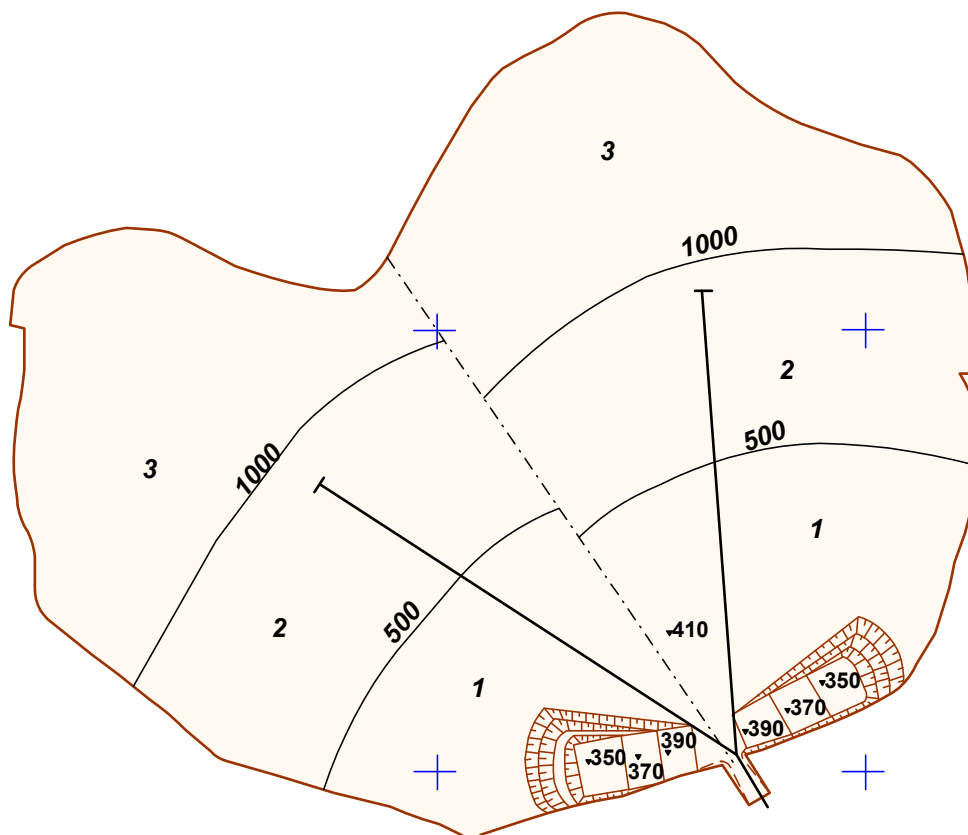


Рисунок 2- Схема отработки гор.410 м автомобильно-конвейерным комплексом с разборными конвейерами

При цене 1 конвейера длиной 1000 м производительностью до 8,6 тыс.т/час около 2 млн. \$ и одного конвейера длиной 500 м – около 1 млн. \$ общие инвестиционные затраты на приобретение конвейеров составят около 3 млн. \$, а экономия инвестиционных средств за счёт уменьшения количества автосамосвалов грузоподъемностью 220 т на 8-10 шт. составит 22-28 млн. \$. Кроме того, резко снизятся эксплуатационные затраты на содержание 8-10 штук автосамосвалов на 6,4-8 млн.\$ в год или 0,451 \$ на 1 м³ горой массы.

Результаты исследований проведенных учёными ИГД УрО РАН во главе с членом – корреспондентом РАН Яковлевым В. Л. обосновывают о необходимости и экономической целесообразности перехода на ЦПТ при разработке глубокозалегающих рудных месторождений с начала разработки, так как переход на ЦПТ с глубины даже 100м повлечёт большие затраты и в условиях действующего карьера нарушит ритмичную добычу руды.

В ИГД УрО РАН разработаны способы вскрытия горизонтов, устраняющие эти недостатки, в частности, за счет совмещения предохранительных и транспортных берм [2]. И все же основной тенденцией для отработки глубоких горизонтов карьеров с применением конвейерного транспорта является переход от стационарных дробильно-перегрузочных пунктов к передвижным дробильно-перегрузочным комплексам, за счет мобильности которых обеспечивается приближение конвейерного транспорта к интенсивно развивающейся рабочей зоне карьера путем оперативного переноса блоков комплексов по мере углубления горных работ. Схемы ЦПТ с передвижными дробильно-перегрузочными комплексами в блочном исполнении позволяют повысить адаптивность транспортной системы карьера к изменяющимся горно-техническим условиям разработки и позволяют перейти в перспективе на гибкие переналаживаемые технологии.

Другим важным направлением повышения эффективности и конкурентоспособности конвейерного транспорта является использование крутонаклонных конвейеров. В ИГД УрО РАН выполнен большой объем исследований по обоснованию сфер рационального применения таких конвейерных подъемников, а также разработке их оптимальной конструкции [3].

Выводы. Сравнение технологических схем ЦПТ с ПДПК и технологических схем со стационарными и полустационарными дробильно-перегрузочными пунктами показало, что:

- применение в карьере нескольких ПДПК позволяет рассредоточить грузопотоки автомобильного транспорта на несколько концентрационных горизонтах, что повышает надежность работы и степень адаптации дробильно-конвейерного комплекса ЦПТ к изменяющимся горно-геологическим условиям разработки месторождения;

- установка ПДПК на новом концентрационном горизонте производится в кратчайшие сроки и без специальных строительно-монтажных работ;

- применение технологической схемы с ПДПК позволяет повысить степень адаптации ЦПТ при разработке меднорудного месторождения Актогай.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сапаков Е.А., Кулнияз С.С. Оптимизация технологии разработки месторождения руд Актогай. - Горный вестник Узбекистана. - 2008. №4. - С. 21-24.

2. Яковлев В. Л., Смирнов В. П., Берсенев В. А. Устройство дробильно-конвейерных комплексов на глубоких карьерах. – Екатеринбург: ИГД УрО РАН. – 2003. – 42 с.

З.Яковлев В. Л., Тюлькин В. П., Кармаев Г. Д. Технологические аспекты применения крутонаклонных конвейеров в горнорудной промышленности//Горный информационно-аналитический вестник. – М: МГГУ-МГИ, 2002. – с. 211–217.

УДК 669:628.16.06

ИЗМЕНЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ РУЛОННОГО УЛЬТРАФИЛЬТРАЦИОННОГО МОДУЛЯ ДЛЯ СТАБИЛИЗАЦИИ ПРОДОЛЬНОЙ СКОРОСТИ ТЕЧЕНИЯ РАЗДЕЛЯЕМОЙ ЖИДКОСТИ ПО ВСЕЙ ДЛИНЕ НАПОРНОГО КАНАЛА МОДУЛЯ

А.Н. Тумин¹

¹аспирант кафедры «Прикладной гидромеханики» Донбасского государственного технического университета (ДонГТУ), г. Алчевск, Украина, e – mail: a_tumin@mail.ru

Аннотация. Существующая стандартная конструкция рулонного ультрафильтрационного модуля (РУФМ) характеризуется снижением продольной скорости течения разделяемой жидкости по длине напорного канала мембранного элемента (МЭ). При работе РУФМ концентрация частиц загрязнений непрерывно растет от входа в напорный канал до выхода из него. Поэтому стабилизация продольной скорости течения разделяемой жидкости по всей длине напорного канала МЭ с непрерывным сбросом части загрязненной жидкости, будет способствовать повышению техникой характеристик РУФМ во времени. Предложена конструкция РУФМ, позволяющая поддерживать относительно стабильную продольную скорость течения разделяемой жидкости по всей длине напорного канала МЭ.

Ключевые слова: концентрация, ультрафильтрация, рулонный модуль, мембранный элемент.

THE CHANGE OF ROLL ULTRAFILTRATION MODULE'S DESIGN FOR LONGITUDINAL FLOWSPEED STABILIZATION OF SPREADED FLUID THROUGHOUT THE PRESSURE CHANNEL MODULE OF THE WHOLE LENGTH

A.N. Tumin¹

¹Postgraduate, Applied Hydromechanics Department, Donbas State Technical University, Alchevsk city, Ukraine, e-mail: a_tumin@mail.ru

Abstract. Currently existing construction of roll ultrafiltration module (RUM) is characterized by lowering of the longitudinal flowspeed of spreaded fluid throughout the whole length of membrane element's (ME) pressure channel. During the work of RUM the particles 'pollution concentration continuously growing from the entering to pressure channel till the exit from it. That is why the stabilization of longitudinal flowspeed of spreaded fluid throughout the whole length of ME's pressure channel with continuous dumping of a part of polluted fluid will contribute to increasing the technical characteristics of RUM in time. The