

***Касымканова Х.М., Джангулова Г.К., Байдаuletova Г.К.,
Жалгасбеков Е.Ж., Туреханова В.Б.**

*Казахский национальный университет им. аль-Фараби,
Казахстан, г. Алматы, e-mail: hkasymkanova@gmail.com

РАЗРАБОТКА СОСТАВОВ РАСТВОРОВ ДЛЯ УПРОЧНЕНИЯ, УКРЕПЛЕНИЯ КАРЬЕРНЫХ ОТКОСОВ И ПЫЛЕПОДАВЛЕНИЯ НА АВТОДОРОГАХ КАРЬЕРА

В статье рассматриваются вопросы разработки составов растворов для укрепления и упрочнения откосов карьера и пылеподавления на автодорогах карьера. Если для предупреждения обрушений и оползней искусственное повышение прочности больших массивов пород практически пока неосуществимо, то предупреждение деформаций отдельных уступов и предотвращение осыпобразования с поверхности откосов путем искусственного укрепления находит сейчас применение на отечественных и зарубежных карьерах. На большинстве карьеров горные породы, слагающие нерабочие борта, неоднородны по своей структуре и физическим и механическим свойствам. Даже в однородных извержениях породах карьерного поля насчитывается множество зон тектонической нарушенности. В зависимости от их размеров и пространственной ориентации они оказывают более или менее значительное влияние на устойчивость уступов и бортов. С помощью укрепления можно замедлять процессы выветривания и осыпания пород, предупреждать обрушения уступов и осыпание пород с поверхности откосов. Упрочнение массива горных пород на ослабленных участках достигается введением в трещины массива веществ, которые после отвердевания и схватывания с породой увеличивают ее характеристики сопротивления сдвигу. Введение упрочняющего вещества в массив осуществляется под давлением, а в качестве упрочняющегося материала нами рассматриваются цементные растворы, силикаты и полимерные смолы. Наибольшее распространение среди методов упрочнения получила цементация горных пород при проведении выработок в водоносных породах, укреплении неустойчивых и нарушенных массивов. Область ее применения – массив, сложенный породами от сильнотрещиноватых скальных и полускальных до крупнозернистых песков и галечников при наличии в породах трещин, обеспечивающих доступ цементного раствора в трещину.

Ключевые слова: разработка месторождений, нарушенность горного массива, техногенные обрушения, пылеподавление, карьер, массив горных пород, устойчивость, укрепление, ослабленные участки, трещиноватые породы, горнотехнические, горно-геологические условия, геомеханическое состояние массива.

*Kasymkhanova H.M., Jangulova G.K., Bidauletova G.K.,
Zhalgasbekov E.Zh., Turekhanova V.B.

*al-Farabi Kazakh National University,
Kazakhstan, Almaty, e-mail: hkasymkanova@gmail.com

Development of composition's solution for hardening, strengthening of quarry slopes and dust suppression on the quarry roads

The article deals with the development of solutions for hardening, strengthening quarry slopes and dust suppression on the quarry roads. If, for the prevention of collapses and landslides, the man-made increase of the large rock massifs's strengthening is not yet practical, then the prevention of deformations of individual ledges and prevention of scree formation from the surface of slopes by artificial reinforcement is now being used in domestic and foreign quarries. In most quarries, rocks forming non-working

beads are heterogeneous in structure and physical and mechanical properties. Even in relatively homogeneous eruptions of the rocks of the open field, there are usually many zones of tectonic disturbance. Depending on their size and spatial orientation, they have a more or less significant influence on the stability of the beads and ledges. With the help of strengthening, we can slow down the processes of weathering and crumbling of rocks, prevent the collapse of ledges and the crumbling of rocks from the surface of slopes. Hardening of the rock massif on the weakened sections is achieved by introducing into the cracks of the massif of substances, which after hardening and setting the rock significantly increase its resistance to shift. The introduction of reinforcing substance into the bulk is carried out under pressure, and as a hardening material, we consider cement mortars, silicates and polymer resins. The most widespread among hardening methods was rock cementation, when working in aquifers rocks, strengthening unstable and disturbed massifs. The area of its application is an array composed of rocks from highly fractured rocky and semicallic to coarse-grained sands and pebbles in the existence of cracks in the rocks providing access to the solute cement in the fracture.

Key words: Development of deposits, disturbance of the rock massif, technogenic collapses, dust suppression, quarry, rock massif, stability, strengthening, weakened areas, fractured rocks, mining, geological conditions, the geomechanical condition of the massif.

*Касымканова Х.М., Джангулова Г.К., Байдаuletова Г.К.,
Жалгасбеков Е.Ж., Туреханова В.Б.

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті,
Қазақстан, Алматы қ., e-mail: hkasymkanova@gmail.com

Карьер беткейлерін бекітуге және кен тасымалдау жолдарының шаңдатуын төмендететін ерітінділер құрамын жасау

Мақалада карьер беткейлерін бекітуге бағытталған, кен өндіру кезіндегі карьердегі тасымалдау жолдарының шаңдатуы әсерін төмендететін ерітінділер әзірлеу мәселелері қарастырылған. Құлау және шөгудің алдын алу үшін үлкен массивтердегі жыныстардың жасанды беріктігін ұлғайту мүмкін болмаса, онда жеке беткей деформацияларын және жасанды бекемдеу әдісімен карьер беткейінде опырылудың алдын алу қазіргі таңда отандық және шетелдік карьерлерде қолданылуда. Көптеген карьерлерде жұмыс істемейтін ернеулерді қосатын тау-кен жыныстары құрылысы және физика-механикалық қасиеттері бойынша біртекті болып келеді. Карьер өрісіндегі тау-кен жыныстарының орналасуы біртекті болғанның өзінде әдетте көптеген тектоникалық бұзылыстар аймақтары болады. Олардың өлшемдері мен кеңістікте таралуына байланысты беткейлер мен ернеулердің тұрақтылығына әсерін тигізеді. Бекемдеу көмегімен тау-кен жыныстарының үгілу және опырылуын баяулатуға, құламалар бетінен карьер беткейінің опырылуы мен тау-кен жыныстарының түсуін алдын алуға болады. Әлсіреген жерлердегі тау-кен жыныстарының массивін бекемдеу массив жарықшақтарына арнайы ерітінді бекітулер енгізумен жүзеге асады, олар қатайғаннан кейін тау-кен жыныстарымен бірігіп шөгуге қарсы тұру қабілетін арттырады. Бекемдейтін затты массивке енгізу қысым жасау арқылы жүзеге асады, бекемдейтін материал ретінде цементтік ерітінділер, силикаттар және полимерлік материалдар қарастырылған. Кен жыныстарындағы қазба жұмыстарын жүргізу кезінде, тұрақсыз және бұзылған массивтерді бекемдеуде, көбінесе тау-кен жыныстарын цементтеу әдісі кеңінен қолданылады. Қолдану аясы – қатты жарықшақты үгітімелі және жартылай жарлыдан бастап ірі тасты құмдар мен жұмыртастарға дейінгі тау-кен жыныстарының массиві.

Түйін сөздер: кенорны игеру, тау-кен жынысының массивінің бұзылуы, техногендік құлау, шаң төмендету, карьер, тау-кен жыныстарының массиві, тұрақтылық, бекемдеу, әлсіреген жерлер, жарықшақты жыныстар, тау-кен-техникалық, тау-кен-геологиялық шарттар, массивтің геомеханикалық жағдайы.

Введение

Промышленность Республики Казахстан развивается высокими темпами и в 2030 году согласно «Программе 2030» Казахстан войдет в десятку промышленно развитых стран Азии. Вместе с Республикой развивается разработка месторождений полезных ископаемых открытым и подземным способами.

При открытых разработках месторождений важно учитывать сроки службы бортов и откосов уступов карьеров. Для повышения эффективности и полноты отработки месторождения, ведения горных работ в карьере требуется надежное обеспечение устойчивости карьерных откосов.

В статье рассматриваются вопросы укрепления, замедления процессов выветривания и осы-

пания пород, пути предупреждения обрушения уступов и осыпание пород с поверхности откосов (механическое укрепление и устройство защитных покрытий откосов) и пылеподавления на автодорогах карьера.

Применение искусственного укрепления горных пород и массивов позволяет увеличить углы откосов на участках с неустойчивыми породами (Отчет..., 2017). Целесообразность укрепления устанавливается технико-экономическими расчетами. Укрепление некоторых участков достигается с помощью веществ, значительно повышающих ее прочностные характеристики. Введение упрочняющего вещества в массив производится под давлением, также применяются цементные растворы, силикаты и полимерные смолы в качестве упрочняющегося материала, о чем свидетельствуют публикации ведущих ученых в области горного дела (Монография..., 2008; Арсентьев, Арсентьев, 2002; Галиев, 2003; Melnikov, Kozyrev, Reshetnyak, Kasparian, Rybin, 2005; Яковлев, 2009; Отчет..., 2017).

Одним из наиболее распространенных методов упрочнения является цементация горных пород. Такой метод обеспечения устойчивости откосов и уступов карьеров является комплексной задачей, решение которой должно включать не только определение параметров устойчивых откосов, но и управление ими для достижения лучших экономических результатов и природных ресурсов.

Еще одним важным вопросом при разработке полезных ископаемых является загрязнение атмосферного воздуха выбросами пыли на поверхности автодорог, хвостохранилищ, рудных и породных отвалов и др. (Труды..., 1985; Касымканова, Джангулова, Бектур, 2015; Касымканова, Джангулова, Байдаулетова, Жалгасбеков, 2015).

Анализ существующих исследований показал, что наиболее эффективным способом борьбы является распыление жидкого реагента для уменьшения пыли. Даже после разового применения вещества количество пыли, поднимающейся над дорогой после прохождения транспортного средства, существенно уменьшается, исчезает необходимость целыми днями использовать поливальные машины. В первый год расходы для уменьшения пылеобразования не превышают затрат по традиционному пылеподавлению водой, с поддержанием обработки. Данные расходы уменьшаются, и в последующие годы это даст возможность сэкономить до 75% относительно традиционно-

го метода (Batista, Piechota, James, Stave, 2002; Countess, 2001).

Материалы и методы

Объект исследования

Исследования фактических данных о состоянии устойчивости бортов некоторых рудных карьеров Центрального Казахстана показывают, что эффективность открытого способа разработки месторождений можно существенно повысить за счет применения инженерных способов управления, а это, в свою очередь, обеспечивается путем получения достоверной информации о геомеханическом состоянии прибортового массива. Наиболее наглядным объектом при исследовании устойчивости бортов карьера является месторождение Коньрат, по основной добыче медной руды в сложных горно-геологических условиях.

Разрывные нарушения на месторождении по генезису и времени заложения разделяются на региональные дорудные системы трещин, развитые как в породах, слагающих месторождение и за его пределами, и локальные системы трещин (дорудного, внутрирудного и пострудного возраста), развитые исключительно в пределах самого месторождения.

Для Коньратского рудника характерны полускальные и скальные, разрушающиеся под воздействием влаги, горные породы, представленные отдельностями величиной 0-1500 мм. Естественная влажность пород колеблется в пределах 2,5-3,0% (Рабочий проект, 2009; Отчет..., 2015; Касымканова, Турсбеков, 2007; Поспехов, 2004; Асанакунунов, Абдылдаев, Машанов, Абдылдаев, 2011; Иофис, Гришин, 2005).

Рудное поле месторождения сложено вторичными кварцитами, образовавшимися за счёт кислых эффузивов и дацит-порфиоров. Главная масса руды приурочена к вторичным кварцитам, образованным по дацит-порфирам и, в меньшей степени, к вторичным кварцитам, образованным по эффузивным породам осадочно-метаморфической толщи. В слабо изменённых и неизменённых породах оруденение практически отсутствует.

Месторождение Коньрат представлено штокверковым телом бедных вкрапленных и мелкопрожилковых руд. В плане штокверк имеет подковообразную, почти изометрическую форму. Наибольшая его длина – 1200 м, ширина в среднем – 700 м, глубина оруденения достигает 500 м от поверхности.

Промышленное значение на месторождении имеют медное и молибденовое оруденения, характером распределения которых определяется вертикальная и горизонтальная зональность месторождения, что имеет важное промышленное значение. Нижняя граница этой зоны на глубинах 350-400 м имеет весьма сложную конфигурацию.

Среди зоны вторичного сульфидного обогащения нередко встречаются крупные участки преобладающего распространения первичных минералов, меди; переходы между зоной вторичного сульфидного обогащения и зоной первичных руд постепенные, расплывчатые. Отмечается образование «карманов», глубоко уходящих внутрь зон.

Ниже зоны вторичного сульфидного обогащения залегают первичные сульфидные руды, представленные вкрапленностью халькопирита и пирита. Характерной особенностью месторождения является уменьшение содержания меди с глубиной и к периферии штокверка.

Распределение меди различается некоторой неравномерностью, вследствие чего выделяются участки бедных, средних и богатых руд. Молибденовое оруденение в целом для месторождения развито в тех же границах, что и медное, однако часто переходит за контуры медного, образуя независимые концентрации. Участки повышенных концентраций металла отчётливо тяготеют к фланговым зонам. Мышьяк в форме энаргита и блёклых руд является постоянным спутником молибденового оруденения.

Северный борт карьера Конырат, сложенный, в основном, крепкими породами, имеет допустимые углы наклона при двух сдвоенных уступах (51° - 54° при высоте 30-40 м) однако уже отсутствие берм требуемых размеров на верхних горизонтах требует пересмотра их параметров.

Неудовлетворительные состояния бортов карьеров обусловлено склонностью горных пород к разрушению, которое показано на рисунке 1.

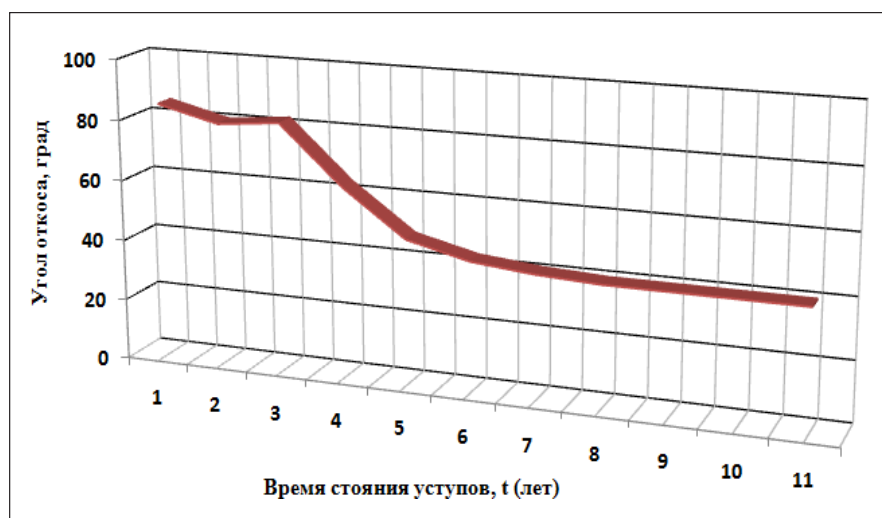


Рисунок 1 – Зависимость угла наклона уступа от времени стояния уступов

В связи с этим, необходим новый подход к разработке методических комплексов по повышению устойчивости бортов карьера и способов повышения устойчивости откоса уступов путём их укрепления и упрочнения.

Методы исследования

К наиболее известным способам укрепления района трещиноватых пород в массиве относится применение цементации. Цементация пород на карьерах начинается с верхней площадки уступа, где пробуриваются веера вертикальных

и наклонных скважин. В них нагнетается цементный раствор до полного насыщения массива. Цементный раствор готовят на основе цемента и воды. Известны следующие растворы для укрепления трещиноватых горных пород:

1) содержащие цемент, воду и хлористый кальций в количестве 1-2,2 % от массы цемента (Певзнер, 1992);

2) изобретённый Донецким научно-исследовательским угольным институтом, содержащий фосфогипсовую вяжущую, быстротвердеющую

мочевине-формальдегидную смолу КФБ, щавелевую кислоту, воду (А.с. СССР №1627714, 1991).

Эти растворы имеют высокую стоимость, а второй раствор необходимо ещё готовить непосредственно у скважины.

В качестве близкого аналога был взят раствор (Предпатент..., 2004), в состав которого входят:

1. Портландцемент М 400 Карагандинского цементного завода с характеристиками: сроки схватывания – начало 2 ч 50 мин.; конец: 3 ч 40 мин.; нормальная густота – 25,5%, водноцементное отношение < 0,4.

2. Хвосты – отходы обогатительной фабрики Балхашского горно-металлургического комбината (БГМК).

3. Хлористый кальций (CaCl₂), являющийся ускорителем твердения.

4. Дисперсионный полимерный порошок мовилит АМ 2572 – продукция фирмы «Клариант» (Германия).

Дисперсионный полимерный порошок тилоза МВ 15009 – продукция фирмы «Клариант» (Германия).

Главная задача состоит в разработке укрепляющих растворов по низкой цене, с высокой прочностью.

Для достижения цели предложен раствор для укрепления трещиноватых горных пород, содержащий наполнитель, цемент и воду. Для

уменьшения стоимости раствора в качестве наполнителя предложено использование хвостов обогатительных фабрик, которые являются многотоннажным отходом производства и для их складирования выделяются большие площади. Хранение хвостов наносит большой вред окружающей среде.

Дополнительно сухую суперпластифицирующую добавку Neolit 400, которую производит компания Neochim (РК, РФ) с высокой водоредуцирующей способностью и дает возможность уменьшить водо-вяжущее соотношение в системах более чем на 20%. При уменьшении водо-вяжущего соотношения повышается долговечность и плотность разрабатываемого раствора, с одновременным понижением усадки и деформаций ползучести при наборе прочности растворов. Добавка хорошо совместима с портландцементами, цемент – до 37 %, хвосты обогатительных фабрик – до 52%, Суперпластификатор Neolit 400 – 0,11-0,16 и остальное вода.

Показанное соотношение компонентов получено экспериментально в лабораторных условиях.

Для нахождения прочности из смеси формуруются образцы 4x4x16 см и уплотняются на виброплощадке в течение 45 сек, через сутки извлекаются из форм и хранятся во условиях влажности 28 суток (отправное значение), а затем проводятся физико-механические испытания, результаты которых представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Физико-механические свойства раствора

Пример	Состав раствора, мас. %				Показатели		
	Цемент	Хвосты обогатительных фабрик	Неолит 400	Вода	Предел прочности на сжатие, МПа	Предел прочности на изгиб, МПа	Осадка конуса, мм
1	32	52	0,16	15,9	32,4	4,3	150
2	33,4	49,3	0,13	16,3	35,7	5,1	146
3	37	47	0,11	16,9	36,9	5,7	142

Результаты и обсуждения

Данные исследования подтвердили, что предлагаемый состав раствора для укрепления трещиноватого горного массива должен быть в следующем соотношении, масс. %: цемент 32-37, хвосты обогатительных фабрик 47-52, суперпластификатор Neolit 400 – 0,11 – 0,16, остальное – вода.

Все компоненты загружаются в бетономешалку и тщательно перемешиваются с добавлением воды.

Таким образом, применение вышеописанного раствора обеспечивает укрепление слабых участков бортов и позволяет существенно уменьшить вредное воздействия отходов обогатительных фабрик на окружающую среду.

С целью пылеподавления на автодорогах карьера, а также для предотвращения осыпей с карьерных откосов, поставленных в предельное положение, рассмотрены несколько патентов по разработке раствора на основе состава закрепляющих пылящие поверхности отвалов и других объектов, приведен в описании (Патент..., 2000).

Состав содержит пластификатор адипиновый щелочной (отход производства капролактама), келовейскую порошкообразную глину, которая извлекается попутно с железной рудой, и воду с соблюдением следующих соотношении этих компонентов, мас. %: пластификатор адипиновой щелочной – 10 – 15; келовейская порошкообразная глина – 15 – 20; вода – остальное (Патент..., 2000). Покрытие, полученное из известного состава, не долговечно и не обладает достаточной прочностью (Патент..., 2000).

В составе для закрепления пылящих поверхностей хвостохранилищ и других объектов, приведенном в патенте (Патент..., 1998), содержится, мас. %: поливинил бутираль – 50 – 70; хвосты обогащения – остальное.

Смесь ровным слоем распределяется на покрываемом участке и нагревается с помощью газовых горелок до температуры плавления поливинил бутираля 250-300 °С. Прочность покрытия составляет 10,3 МПа. Недостатками этого состава являются ее недостаточная прочность и долговечность получаемого покрытия, а также трудоёмкость его нанесения.

Закрепляющие вещества пылящих объектов и хранилищ хвостов освещены в трудах (а.с. СССР № 1138517, МПК E21F5/06, 1985), они содержат в составе хвосты обогащения – 2-7, солома или камыш – 1,6 – 2, глина – 70-78, вода.

При разработке раствора в качестве ближайшего аналога к разрабатываемому составу для пылеподавления на автодорогах карьера выбран

предпатент (Предпатент №19861, 2008), где разработанный состав содержит состав мас. %: хвосты обогатительных фабрик – 35 – 40; цемент – 20 – 25; дивинил стирольный латекс – 5 – 6; вода – остальное.

Для получения результатов получен состав, закрепляющий пылящие поверхности автодорог, содержащий хвосты обогатительных фабрик, воду, дополнительно содержит цемент и стирол-акриловый латекс при следующем соотношении компонентов, мас. %: хвосты обогатительных фабрик – 37,5-44; цемент – 22 – 26; стирол-акриловый латекс – 0,13-0,2; вода – остальное.

Вышеописанные компоненты получены экспериментально для достижения необходимой текучести раствора, для подавления пылящих поверхностей, и получения покрытия нужной прочности (Belloni, Morris, Bellonger, Purwoko, 1988; Bofinger, 1978; Brindley, Brown, 1980).

Увеличение количества хвостов обогащения на более 45 % снижает текучесть раствора и его адгезию с частицами пылящей поверхности при небольшом повышении прочности. А уменьшение количества на менее 37 % повышает себестоимость покрытия.

Увеличение цемента на более 26 % снижает его текучесть, а уменьшение на менее 22 % ведет к снижению прочности материала покрытия и снижению адгезии состава с пылящей поверхностью. Увеличение количества стирол-акрилового латекса на более 0,2 % увеличивает себестоимость покрытия и незначительно улучшает морозостойкость покрытия, а уменьшение на менее 0,13 % ведет к снижению прочности материала покрытия и снижению адгезии состава с пылящей поверхностью. На рисунке 2 приведен рентгенографический анализ хвостов Зырянского ГОК.

В таблице 2 приведен грануляционный состав хвостов обогащения.

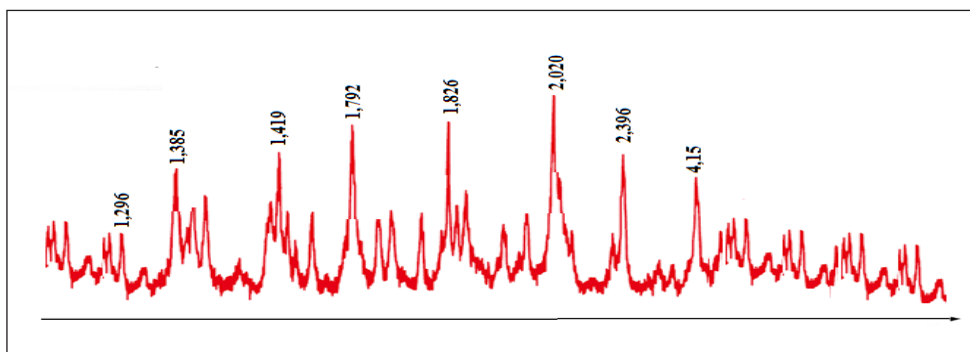


Рисунок 2 – Рентгенографический анализ хвостов Зырянского ГОК

Таблица 2 – Грануляционный состав хвостов ЗГОК

Размеры сит, мм	2,5	1,25	0,63	0,315	0,14	Менее 0,14	Модуль крупности
Полные остатки, %	0,1	0,2	1,0	0,30	28,0	73,5	0,4

Для получения композиции применяют следующие сырьевые материалы: портландцемент М 400; хвосты обогащения Зырянского ГОК (далее ЗГОК); стирол-акриловую дисперсию (латекс жидкий) производства России.

Для получения более устойчивого состояния в состав вводят стирол и эфиры акриловой кислоты, на которых разрабатывают и произво-

дят разнообразные связующие материалы, способные глубоко проникать в базовый материал и укреплять его, устойчивость к воздействиям атмосферы.

Три составляющие с дифракционными линиями 4,15; 2,396; 2,340; 2,020; 1,826; 1,792; 1,451; 1,385; 1,296, соответствующие кварцу, показаны на рисунке 2.

Таблица 3 – Составы раствора

Состав	Количество, масс. %		
	Пример 1	Пример 2	Пример 3
Цемент	22	23,8	26
Хвосты обогащения	44,4	40,9	37,55
Стирол-акриловая дисперсия	0,2	0,18	0,13
Вода	33,4	35,1	36,3

Для получения состава, после введения компонентов цемента, хвосты обогащения и стирол-акриловая дисперсия загружаются в бетономешалку и тщательно перемешиваются с добавлением воды. Примеры составов показаны в таблице 3. Раствор доставляют к местам пылящихся поверхностей и наносят его распылителем.

Таблица 4 – Физико-механические свойства полученного материала

Примеры	Морозостойкость, циклы	Предел прочности, МПа, на сжатие
1	16	22,5
2	15	24,8
3	13	27,4

Для точного определения устойчивости и морозостойкости из полученных составов формируются образцы 4x4x4 см. Через 24 часа образцы извлекаются из форм с проведением физико-механических испытаний по ГОСТ 10180 и

ГОСТ 12730.3, а по морозостойкости – по ГОСТ 10060.1 и ГОСТ 10060 базовым методом, результаты которых показаны в таблице 4.

Выводы

Использование хвостов обогатительных фабрик способствует снижению себестоимости состава и повышению прочности материала. При увеличении количества цемента на более 35%, а суперпластифицирующей добавки Neolit 400 на более 1% увеличивается себестоимость состава. При уменьшении количества цемента на менее 30%, а суперпластифицирующей добавки Neolit 400 на менее 0,9% увеличивается прочность полученного материала. Увеличение количества хвостов обогатительных фабрик на более 50% приведет к снижению текучести раствора и его адгезию с горными породами, а уменьшение на менее 45% повысит себестоимость состава.

Таким образом, применение разработанных растворов позволяет получить покрытие с высокой прочностью и более высокую адгезию к частицам пылящейся поверхности и решить проблему пылеподавления на автодорогах карьера.

Литература

- Batista, J., Piechota, T., James, D., Stave, K. (2002) Literature review: dust suppression and its environmental impacts. In: Piechota, T.; Van Ee, J.; Batista, J.; Stave, K.; James, D., eds. Potential environmental impacts of dust suppressants: "avoiding another Times Beach." EPA/600/R-04/031. Appendix A. Washington, DC: U.S. Environmental Protection Agency; Las Vegas, NV: University of Nevada: 45-58.
- Belloni L., Morris D., Bellongeri G.A. & Purwoko I. (1988) Compaction and strength characteristics of a residual clay from Bali, Indonesia. Proc. 2nd Conf. on Geomech. in Tropical Soils, Singapore, 1, 343-350
- Bofinger H.E. (1978). Soil-cement: Recent research by the overseas unit of TRRL. Proc. 9th Conf. Aust. Rd. Res. Board.
- Brindley G.W. & Brown G (1980). X-Ray Diffraction Procedures for Clay Mineral Identification. Min. Soc., London
- Countess, R. 2001. Methodology for estimating fugitive windblown and mechanically resuspended road dust emissions applicable for regional air quality modeling. Prepared for: Western Governors' Association. Westlake Village, CA: Countess Environmental. 14 p
- Conceptual principles of open pit wall design optimization, the Kola peninsula / N.N. Melnikov, A.A. Kozyrev, S.P. Reshetnyak, E.V. Kasparian, V.V. Rybin, I.V. Melik-Gaikazov, V.S. Svinin, A.N. Ryzhkov // Proc. of the 8th International Symposium on Mining in the Arctic (edited by Nikolay N. Melnikov & Serguei P. Reshetnyak) / Apatity / Murmansk Region / Russia / June 20-23, 2005; Published by JSC "Ivan Fyodorov Printing House", St.-Petersburg, Russia, 2005, pp. 3-14.
- Авторское свидетельство СССР № 1138517, МПК E21F5/06, публ. 07.02.1985 г.
- А.с. СССР №1627714, МПК E21D 11/38. публ. 15.02.91
- Арсентьев А.И., Арсентьев В.А. Пути развития технологий в горнодобывающей промышленности США // Горный журнал. – 2002. – №6. – С. 16-23.
- Асанакунуов М.А., Абдылдаев Э.Э., Машанов А.А., Абдылдаев Э.К. Учет трещиноватости массива и контактные условия. Materialy V11 mezinarodni vedecko-prakticka conference «efektivni nastrole modernich ved – 2011», 27 dubna – 05 kvetha 2011 roku, Dil 20 Technicke vedy, Praha. 2011. – С. 82-87.
- Алтаева З.Н., Касымканова Х.М. и др. Состав для закрепления пылящихся поверхностей хвостохранилищ и других объектов // Предпатент №19861 от 25.05.2008 выдан Комитетом по правам интеллектуальной собственности Министерство юстиции РК.
- Галиев С.Ж. Перспективы развития научно-технического потенциала горнодобывающего сектора в свете новой индустриально-инновационной политики Казахстана// труды ИГД имени Д.А. Кунаева «Научно-техническое обеспечение горного производства», том 65. Алматы, 2003. – С. 10-20.
- Июфис М.А., Гришин А.В. Природа и механизм образования сосредоточенных деформаций в мульде сдвижения // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2005. – № 7. – С. 82-86.
- Касымканова Х.М., Джангулова Г.К., Бектур Б.К. Минерально-сырьевой комплекс Казахстана – основа социально-экономического развития // Вестник КазНУ. Серия геогр. – Алматы: Қазақ университеті, 2015. – №1(40). – С. 165 – 171.
- Касымканова Х.М., Джангулова Г.К., Бектур Б.К., Жалгасбеков Е.Ж. Мировой опыт по исследованию геомеханического состояния горного массива // Материалы XXV Международной научной школы им. Академика С.А. Христиановича. Деформирование и разрушение материалов с дефектами и динамические явления в горных породах и выработках, Крым, Алушта, 21-27 сентября 2015. – С. 67-73.
- Касымканова Х.М., Джангулова Г.К., Байдаулетова Г.К., Жалгасбеков Е.Ж. Отходы горного производства // Вестник, серия географическая, КазНУ. – Алматы, №1(40), 2015. – С. 173 – 186.
- Касымканова Х.М., Турсбеков С.В. Анализ факторов, влияющих на устойчивость карьерных откосов // Горный журнал Казахстана. №5. – Алматы, 2007. – С. 38-41.
- Касымканова Х.М., Нурпеисова М.Б., Бек А.Ш. Раствор для укрепления трещиноватых пород // Предпатент НПВ РК №14476, 13.04.2004
- Комплексная переработка минерального сырья Казахстана под редакцией академика НАН РК А.А. Жарменова // Монография РГП НЦ КПМС РК №2-УС-03 Горные науки и проблемы освоения недр Казахстана, том 10 2008. – С. 65-95.
- Патент № 2148720, МПК E21F5/06 РФ, публ. 10.05.2000 г.
- Патент № 2151301, МПК E21F5/16, РФ, публ. 25.08. 1998 г.
- Певзнер М.Е. Деформация горных пород на карьерах. – М.: Недра, 1992. – 235 с.
- Поспехов Г.Б. Инженерно-геологические изыскания для рекультивации земель, нарушенных при разработке Богословского бурогольного месторождения // Материалы Уральской горнопромышленной декады. – Екатеринбург: УГГГА, 2004. – С. 18-20.
- Профилактика пылеобразования в хвостохранилищах // Труды НИИ горнохим. сырья. –1985. Вып. 66. – С. 70-73.
- Рабочий проект. Реконструкция рудника открытых горных работ с использованием циклично-поточной технологии (ЦПТ). Геологическая часть. 002-ПЗ, Том 2.1., Алматы 2009.
- Экспресс-оценка геомеханического состояния горного массива и разработка способов его упрочнения и укрепления для экологически безопасной разработки месторождений полезных ископаемых в сложных горно-геологических и горнотехнических условиях // Отчет о НИР, 2017. – 40 с.
- Экспресс-оценка геомеханического состояния горного массива и разработка способов его упрочнения и укрепления для экологически безопасной разработки месторождений полезных ископаемых в сложных горно-геологических и горнотехнических условиях // Отчет о НИР, 2015. – 55 с.
- Яковлев В.Л. Состояние, проблемы и пути совершенствования открытых горных разработок // Горный журнал, 2009. – №11. – С. 11-14.

References

- Arsentiev A.I., Arsentiev V.A. (2002) Puti razvitiya tekhnologij v gornodobyvayushchej promyshlennosti SSHA [Ways of development of technologies in the mining industry of the USA] // *Gornyj zhurnal*. – №6. – S.16-23.
- Avtorskoe svidetel'stvo SSSR № 1138517 MPK E21F5/06, publ. 07.02.1985 g [USSR Author's Certificate No. 1138517, IPC E21F5/06, publ. 02.02.1985]
- Altaeva Z.N., Kasymkanova H.M. i dr. (2008) Sostav dlya zakrepleniya pylyashchihsya poverhnostej hvostohranilishch i drugih ob'ektov // *Predpatent №19861* vydan Komitetom po pravam intellektual'noj sobstvennosti Ministerstvo yusticii RK.
- Asanakunov M.A., Abdyl'daev E.E., Mashanov A.A., Abdyl'daev E.K. (2011) Uchet treshchinovatosti massiva i kontaktnye usloviya [Accounting for fractured array and contact conditions] / *Materialy V11 mezinarodni vedecko-prakticka conference «efektivni nastrole modernich ved – 2011»*, 27 dubna – 05 kvetha 2011 roku, Dil 20 Technicke vedy, Praha. — P. 82-87.
- A.s. SSSR №1627714, MPK E21D 11/38. publ.
- Batista, J.; Piechota, T.; James, D.; Stave, K. (2002) Literature review: dust suppression and its environmental impacts. In: Piechota, T.; Van Ee, J.; Batista, J.; Stave, K.; James, D., eds. *Potential environmental impacts of dust suppressants: "avoiding another Times Beach."* EPA/600/R-04/031. Appendix A. Washington, DC: U.S. Environmental Protection Agency; Las Vegas, NV: University of Nevada: 45-58.
- Belloni L., Morris D., Belloneri G.A. & Purwoko I. (1988) Compaction and strength characteristics of a residual clay from Bali, Indonesia. *Proc. 2nd Conf. on Geomech. in Tropical Soils, Singapore*, 1, 343-350
- Bofinger H.E. (1978). Soil-cement: Recent research by the overseas unit of TRRL. *Proc. 9th Conf. Aust. Rd. Res. Board*.
- Brindley G.W. & Brown G (1980). *X-Ray Diffraction Procedures for Clay Mineral Identification*. Min. Soc., London
- Countess, R. (2001) *Methodology for estimating fugitive windblown and mechanically resuspended road dust emissions applicable for regional air quality modeling*. Prepared for: Western Governors' Association. Westlake Village, CA: Countess Environmental. – 14 p.
- Ekspress-ocenka geomekhanicheskogo sostoyaniya gornogo massiva i razrabotka sposobov ego uprochneniya i ukrepleniya dlya ehkologicheski bezopasnoj razrabotki mestorozhdenij poleznyh iskopaemyh v slozhnyh gorno-geologicheskikh i gornotekhnicheskikh usloviyah» (2017) // *Otchet o NIR*. — P. 40.
- Ekspress-ocenka geomekhanicheskogo sostoyaniya gornogo massiva i razrabotka sposobov ego uprochneniya i ukrepleniya dlya ehkologicheski bezopasnoj razrabotki mestorozhdenij poleznyh iskopaemyh v slozhnyh gorno-geologicheskikh i gornotekhnicheskikh usloviyah (2015) // *Otchet o NIR* — P. 55.
- Galiev S.ZH. (2003) *Perspektivy razvitiya nauchno-tekhnicheskogo potentsiala gornodobyvayushchego sektora v svete novoj industrial'no-innovacionnoj politiki Kazahstana*// *trudy IGD imeni D.A. Kunaeva «Nauchno-tekhnicheskoe obespechenie gornogo proizvodstva»*, tom 65, Almaty, S.10-20.
- Iofis M.A., Grishin A.V. (2005) *Priroda i mekhanizm obrazovaniya sosredotochennyh deformacij v mul'de sdvizeniya* // *Gornyj informacionno-analiticheskij byulleten'». № 7*. — P. 82-86
- Kasymkanova H.M., Dzhangulova G.K., Bektur B.K., ZHalgasbekov E.ZH. (2015) *Mirovoj opyt po issledovaniyu geomekhanicheskogo sostoyaniya gornogo massiva* // *Materialy XXV Mezhdunarodnoj nauchnoj shkoly im. Akademika S.A. Hristianovicha. Deformirovanie i razrushenie materialov ch defektami i dinamicheskie yavleniya v gornyh porodah i vyrabotkah, Krym, Alushta, 21-27 sentyabrya*. — P. 67-73
- Kasymkanova H.M., Dzhangulova G.K., Bektur B.K. (2015) *Mineral'no – syr'evoj kompleks Kazahstana – osnova social'no – ehkonomicheskogo razvitiya* // *Vestnik, seriya geograficheskaya, KazNU, Almaty, №1(40)*, – P. 165-171
- Kasymkanova H.M., Dzhangulova G.K., Bajdauletova G.K., ZHalgasbekov E.ZH. (2015) *Othody gornogo proizvodstva* // *Vestnik, seriya geograficheskaya, KazNU, Almaty, №1(40)*, – P. 173-186.
- Kasymkanova H.M., Nurpeisova M.B., Bek A.SH. (2004) *Rastvor dlya ukrepleniya treshchinovatyh porod* // *Predpatent NPV RK №14476*
- Kasymkanova H.M., Tursbekov S.V. (2007) *Analiz faktorov, vliyayushchih na ustojchivost' kar'ernyh otkosov – Almaty, Gornyj zhurnal Kazahstana №5* – P. 38-41.
- Melnikov N.N., Kozyrev A.A., Reshetnyak S.P., Kasparian E.V., Rybin V.V., Melik-Gaikazov I.V., Svinin V.S., Ryzhkov A.N. (2005) *Conceptual principles of open pit wall design optimization, the Kola peninsula* // *Proc. of the 8th International Symposium on Mining in the Arctic* (edited by Nikolay N. Melnikov & Serguei P. Reshetnyak) / *Apatity / Murmansk Region / Russia / June 20-23*; Published by JSC "Ivan Fyodorov Printing House", St.-Petersburg, Russia, pp. 3-14.
- Patent № 2151301, MPK E21F5/16, RF, publ. 25.08. 1998 g.
- Patent № 2148720, MPK E21F5/06 RF, publ. 10.05.2000 g.
- Pevzner M.E. (1992) *Deformaciya gornyh porod na kar'erah M.: Nedra*, 235 s.
- Profilaktika pyleobrazovaniya v hvostohranilishchah* (1985) // *Trudy NII gornohim. syr'ya*. . vyp. 66. — P. 70-73.
- Pospekhov G.B. (2004) *Inzhenerno-geologicheskije izyskaniya dlya rekul'tivacii zemel', narushennyh pri razrabotke Bogoslovskogo burougol'nogo mestorozhdeniya* // *Materialy Ural'skoj gornopromyshlennoj dekady*.- Ekaterinburg: UGGGA, – P. 18-20.
- Rabochij proekt. (2009) *Rekonstrukciya rudnika otkrytyh gornyh rabot s ispol'zovaniem ciklichno-potochnoj tekhnologii (CPT). Geologicheskaya chast'. 002-PZ, Tom 2.1.*, Almaty
- Yakovlev V.L. (2009) *Sostoyanie, problemy i puti sovshenshtvovaniya otkrytyh gornyh razrabotok* // *Gornyj zhurnal -№11*, S.11-14
- Zparmenova A.A. (2008) *Kompleksnaya pererabotka mineral'nogo syr'ya Kazahstana pod redakciej akademika NAN RK* // *Monografiya RGP NC KPMS RK №2-US-03 Gornye nauki i problemy osvoeniya nedr Kazahstana, tom 10*. – P. 65-95.