

Сейфуллин окулары – 18(2): «XXI ғасыр ғылымы – трансформация дәуірі» халықаралық ғылыми -практикалық конференция материалдары = Материалы международной научно-практической конференции «Сейфуллинские чтения – 18(2): «Наука XXI века - эпоха трансформации» - 2022 .- Т.І, Ч.ІV. – С.229-233

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ АПРОБАЦИЯ АППАРАТНО-ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА КОНТРОЛЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКОГО ДАТЧИКА В УСЛОВИЯХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

М.Ш. Мади, старший преподаватель  
Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова, г.  
Караганда

А.В. Юрченко, д.т.н, профессор  
Томский политехнический университет, г. Томск

А.Д. Мехтиев , к.т.н., ассоциированный профессор  
Казахский агротехнический университет им С. Сейфуллина, г. Нур-Султан

Разработанный аппаратно-программный комплекс контроля устойчивости бортов карьеров с использованием волоконно-оптических [1,2] датчиков был представлен на заседаниях технологических служб карьеров Карагандинской области.

Устойчивость бортов зависит не только от месторождения, в первую очередь устойчивость бортов карьера зависит от правильности ведения горных работ. Но в ходе разработки плана горных работ могут быть не учтены такие моменты, которые не определила геологическая разведка, топологическая съемка, предварительные наблюдения не определили эти проблемные моменты, зоны геологических разломов. На поверхности зон геологических разломов не видно, не каждая сетка бурения может это выявить, так как скважины бурятся по определенной сетке. В целях экономии могут просто заверочные скважины бурить, но эти скважины могут не попасть в зону нарушения при введении вскрышных работах. Отличие различных карьеров, разрезов, рудников в том, что есть разрезы где применяются способ вскрыши буровзрывных работ. На предприятиях устойчивость бортов карьера определяется именно крепостью пород и направлением взрыва, если неправильно сделать то естественно борт не будет «стоять».

Есть разрезы, где буровзрывные работы просто невозможны или нет надобности. Так где нет надобности породы мягкие, относятся к среднеустойчивой категории, соответственно устойчивость борта будет ниже.

Поэтому в любом случае ни один метод все не учтет, но конкретно в данном случае буровзрывных работ нет. В проведении горных работ ведутся определенные расчеты, закладывается определенный объем взрывчатки, но при взрыве в любой породе образуется трещиноватость. Эти трещины визуалью не наблюдаются и где то внутри породы они образуются. И эта трещину будет шевелить во первых само ведение горных работ, так как после бурения работы экскаватора, происходят определенные вибрации. И во вторых это давление грунта сверху. На какой глубине образовалась трещина никто не знает и сколько она выдержит тоже никто конкретно не может знать. Вот основная проблема карьеров, разрезов в настоящее время, которая существует. Разрушение породы только определяет бурение. Но по факту наблюдения за трещинами на бортах карьера можно производить и вести контроль за поведением поверхностных трещин, от которых зависит состояние устойчивости бортов.

Анализ показал, что угол наклона деформированных групп уступов в результате выполаживания по 1 участку составил  $18^\circ$ . Угол наклона деформированных групп уступов в результате выполаживания по 2 участку составил  $23^\circ$ .

Нарушение состояния устойчивости восточного борта обусловлено наличием деформаций группы уступов (гор.+555/+506м) (рисунок 1.8). Деформация данного участка по фронту достигает 95м. Угол наклона деформированных групп уступов в результате выполаживания по 3 участку составил  $37^\circ$ .

Нарушение состояния устойчивости южного борта обусловлено наличием деформаций группы уступов (гор.+551/+534м) (рисунок 1.9). Угол наклона деформированных групп уступов в результате выполаживания по 4 участку составил  $43^\circ$ .

В южной части карьера проводимого исследования, производится формирование внутреннего отвала. В результате оседаний свежесыпанной горной массы на поверхности проявляются раскрытия трещин размером 15-20см (рисунок 1).

Для того чтобы полно и объективно установить механизм деформирования бортов карьера и разработать мероприятия по проведению контроля следует на проблемных участках, где происходят деформационные процессы, заложить контрольные станции за состоянием устойчивости бортов карьера.



Рисунок 1 - Раскрытие трещин (Южная часть карьера)

Схема расположения контрольных станций, состоящих из реперов с датчиками выбрана на основании анализа состояния прибортовых массивов разреза и откосов отвала, современного состояния горных работ и перспективы их дальнейшего развития.

На разрезе в наиболее вероятных местах возникновения деформаций в виде подвижек и смещения рекомендуется заложить ряд контрольных станций, но в целях подтверждения теоретических исследований и проведения экспериментов в качестве образца рекомендовано заложить одну контрольную станцию с использованием четырех волоконно-оптических датчиков за состоянием контроля устойчивости бортов наблюдая смещения и подвижки пород.

Для апробации аппаратно-программного комплекса контроля устойчивости бортов карьера с использованием волоконно-оптического датчика принято установить реперы на контрольной станции I (северный борт разреза (гор.+553/+541м)) (рисунок 2).



Рисунок 2 - Деформации на северном борту разреза

В комплекс контроля и мониторинга входят 1 контрольная станция, состоящие из 4 реперов с датчиками. Фактором, объединяющим контрольные станции в единую систему контроля мониторинга, является то, что плановое и

высотное положение реперов станций определяется в единой системе аппаратно-программного комплекса на карьере.

Места закладки лабораторных образцов реперов с датчиками и процесс настройки аппаратно-программного комплекса контроля на карьере показан на рисунках 3 и 4.



Рисунок 3 – Места закладки репера с датчиком



Рисунок 4 - Процесс настройки аппаратно-программного комплекса контроля

На основании анализа современного состояния и перспективы развития горных работ на карьере предусматривается два этапа создания сети контрольных станций: 1<sup>й</sup> - текущий, соответствующий современному состоянию горных работ; 2<sup>й</sup> - перспективный, соответствующий наблюдениям за бортами

разреза и ярусов отвалов при постановке их на проектный (конец отработки) контур.

При развитии горных работ предусматривается производить реконструкцию старых наблюдательных станций и закладку новых реперов в рабочей части разреза при неизменном положении исходных и опорных реперов, наблюдательных и контрольных пунктов датчиками на основе оптического волокна.

При любом механическом воздействии на датчик происходит изменения свойств света, проходящего по датчику, возникают дополнительные потери и изменение фазы световой волны, что и фиксирует фотоприемник [3]. Далее микропроцессорное устройство производит анализ полученных данных и выдает решение о срабатывании комплекса. Важным моментом является разработка программного обеспечения, позволяющего эффективно бороться с помехами.

Разработанная принципиальная схема и аппаратно-программный комплекс контроля с использованием волоконно-оптических датчиков доказали свою работоспособность. Новый метод контроля является полностью взрывобезопасным и пригоден для использования в опасных горных предприятиях по внезапному обрушения бортов карьера.

**Выводы.**

На примере разреза представлено геологическое строение разреза, представлены горно-геологические и инженерно-геологические условия, гидрогеологическая характеристика, а также анализ нарушений устойчивости бортов карьера. Анализ мониторинга устойчивости бортов карьера, который показал, что в настоящее время устойчивое состояние бортов карьера является одной из основных проблем при разработке месторождений полезных ископаемых открытым способом.

Результаты практического применения разработанного аппаратно-программного комплекса контроля показали, что при использовании увеличения длины волны от 650 нм до 1625 нм дополнительные потери возрастают. В связи с этим рекомендуется использовать оптическое волокно с длиной волны 1310 нм. Разработанное программное обеспечение обеспечивает многоканальную обработку данных, полученных от волоконно-оптических датчиков.

Разработанный аппаратно-программный комплекс контроля устойчивости бортов карьеров с использованием волоконно-оптических датчиков позволяет контролировать дистанционно смещение прибортового массива. По результатам практического применения рекомендуется использовать оптическое волокно с длиной волны 1310 нм.

Полученные научные результаты применимы в маркшейдерских и геотехнических службах горнопромышленных предприятий, о чем свидетельствуют акты рассмотрения и внедрения.

### **Список использованной литературы**

1 Alkina, A., Studying additional losses of standard g.652 optical fiber with protective cladding during multiple bending to develop weight control sensor [Text] / Mekhtiyev, A., Neshina, Y., Sansyzbay, K., Yurchenko, A. // Journal of Theoretical and Applied Information Technology, -2022. -№100(7). - P. 1983–1995.

2 Yugay, V., Fiber-Optic System for Monitoring Pressure Changes on Mine Support Elements Sensors [Text] / Mekhtiyev, A., Madi, P., Afanaseva, O., Plyashenko, S. // -2022. -№22(5). -С. 1735.

3 П. Ш. Мадн, Исследование волоконно-оптического датчика смещения [Текст] / С. Б. Ожигина, А. Д. Алькина, Р. А. Мехтиев. // Ресурсосберегающие технологии в контроле, управлении качеством и безопасности : Сборник научных трудов X Международной конференции школьников, студентов, аспирантов, молодых ученых, Томск, 09–11 ноября 2021 года. – Томск: Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 2022. – С. 152-155.