

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ВЛИЯНИЯ ГЕОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КРЕПИ И ПОРОД ГОРНОГО МАССИВА НА УСТОЙЧИВОСТЬ ВЫЕМОЧНОЙ ВЫРАБОТКИ В ЗОНЕ РАЗГРУЗКИ

Предлагается принципиально новый способ охраны повторно используемых выемочных выработок в зоне влияния очистных работ, в котором предусматривается применение вяжущего материала на базе цементно-минеральной смеси с податливыми опорами. Смоделировано геометрическое сечение выработки и элементы ее крепи. Приведены анализы зависимостей параметров крепи выработки и горно-геологических характеристик пород.

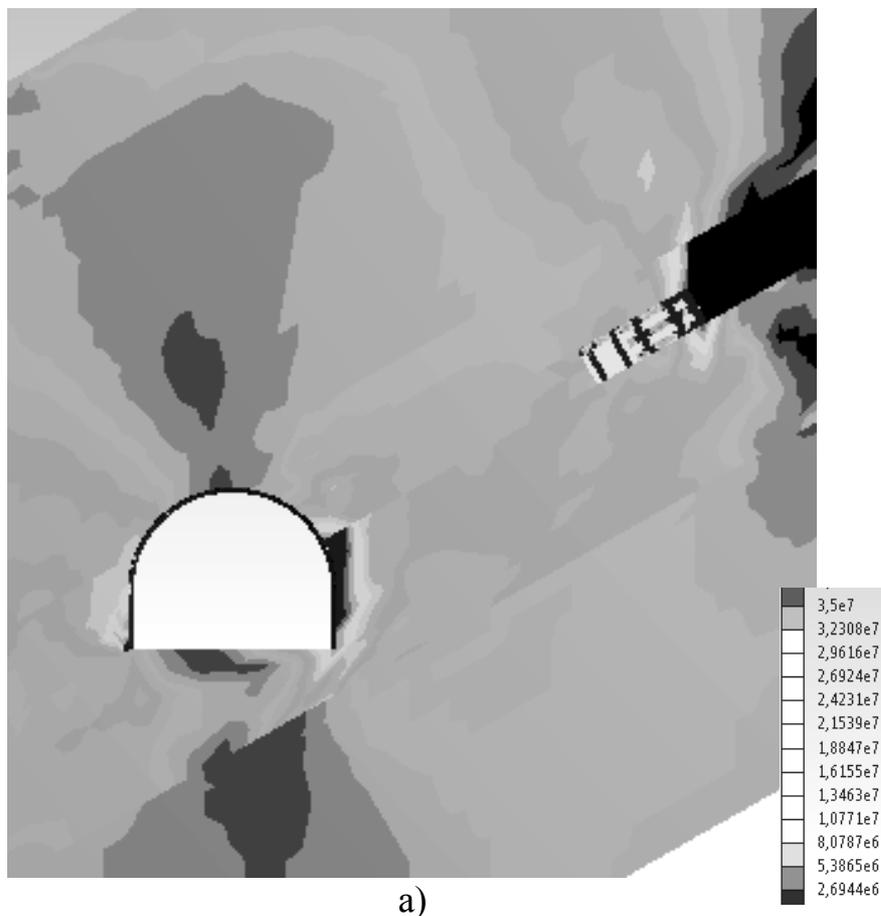
Пропонується принципово новий спосіб охорони повторно використовуваних виїмочних виробок в зоні впливу очисних робіт, в якому передбачається застосування в'язучого матеріалу на базі цементно-мінеральної суміші з податливими опорами. Змодельовано геометричний перетин виробки та елементи його кріплення. Наведені аналізи залежності параметрів кріплення виробки і горно-геологічних характеристик порід.

It's suggested principally new way of guarding re-utilized excavation workings in the zone under influence of refining works, where the application of binding material is foreseeing created on the base of cement-mineral mixture with pliant support. It's modeled the geometrical cross section of workings and elements of its support. Analyses are given depending on parameters of support for workings and mining geological characteristics of rocks.

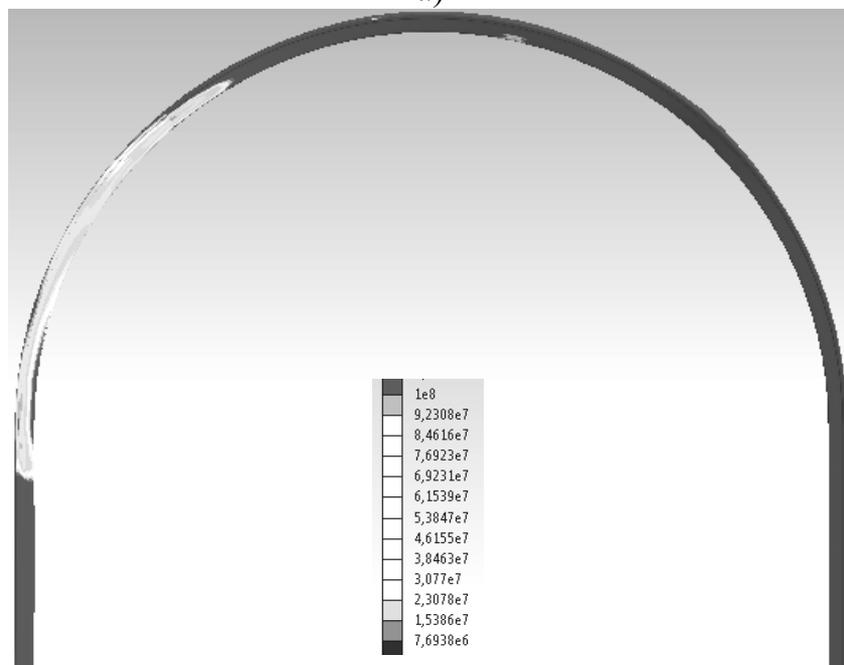
Актуальность работы. Применение любой технологии поддержания и охраны горных выработок требует проведения ряда экспериментальных исследований, целью которых является выявление особенностей совместимости разработанной системы крепления и реальных горно-геологических характеристик горного массива [1]. Наиболее подходящим, с учетом себестоимости и возможности варьирования параметров взаимодействия крепи и пород горного массива, является вычислительный эксперимент [2]. При проведении вычислительных экспериментов при решении задач геомеханики широкое распространение получило применение метода конечных элементов [3]. Основная идея, которого состоит в возможности разбиения расчетного объекта на конечное число элементов, ограниченных «простыми» геометрическими поверхностями.

Постановка проблемы. Предлагается принципиально новый способ охраны повторно используемых выемочных выработок в зоне влияния очистных работ, в котором предусматривается применение вяжущего материала на базе цементно-минеральной смеси с податливыми опорами. Для проведения анализа зависимостей параметров крепи выработки и горно-геологических характеристик пород были выполнены расчеты состояний выемочных выработок на шахтах «Золотое» (угольный пласт m_3), «Карбонит» (пласт k_8^B) и «Первомайская» (пласт k_6) ГП «Первомайскуголь». Высота моделей расчетной области составляла от 40 до 62 м в зависимости от моделируемого угла падения породных слоев. Ширина моделей для всех вариантов расчета составила 30 м. Сечение выработки и элементы ее крепи геометрически моделировались на основе паспортов крепления применяемых на шахтах Алмазно-Марьевского района. Для организации и анализа эффективности разработанного метода охраны выемочных выработок был проведен так называемый первичный расчет для условий шахты

«Первомайская». С использованием рамной крепи, а также в качестве охранной конструкции целика шириной 6м, органичной крепи и деревянного костра, полученная модель представлена на рис. 1.



а)



б)

Рис. 1. Эпюры интенсивности напряжений в расчетной модели с оставлением целика над выемочной выработкой (а) и в раме (б) для условий шахты «Первомайская».

Анализ полученных результатов. Анализ представленной на рис. 1, а эпюры интенсивности напряжений позволяет однозначно утверждать, что целик обеспечивает уменьшение размеров зоны концентраций напряжений по контуру выработки. При этом рамная крепь (см. рис. 1, б) испытывает напряжения близкие к предельным практически по всему объему модели (до 77 %), а моделирование узлов податливости не позволяет снизить эти напряжений в зоне сопряжений верхней части рамной крепи и правой стойки. Основная зона концентрации напряжений, для данного варианта расчета, в приконтурном горном массиве располагается в правом боку выработки и ограничивается сверху угольным целиком, а снизу областью примыкающей к опорной площадке правой стойки рамной крепи. Зона концентрации напряжений в левом боку выработки локализована в породах примыкающих к нижней части левой стойки рамной крепи. Ширина этой зоны не превышает 150 мм в то время как ширина зоны концентрации напряжений в правом боку выработки превышает полметра (580 мм). Величины концентрации напряжений в правом и левом боку соответственно составляют 6 и 3 относительно напряжений получаемых на периферийных участках расчетной модели. Третья зона концентрации напряжений располагается в районе охранных конструкций. Концентрация напряжений в ней составляет до 4,5 раза и максимальные линейные размеры достигают 290 мм. В целом все зоны концентрации напряжений находятся вне пределов взаимного влияния, что естественным образом снижает абсолютные значения напряжений в приконтурном горном массиве.

Сравним полученные результаты расчетов для рамной крепи, представленные на рис. 1, б и рис. 2, Основным различие НДС рамной крепи в первом и втором случае является максимум интенсивности напряжений 274 МПа и 192 МПа, соответственно. В первом расчете, относительно второго расчета, левая стойка и верхний сегмент рамной крепи, нагружены существенно больше, соответственно на 18 % и 22 %. В целом удельная энергия деформаций, на соответствующих участках модели рамной крепи, в среднем выше на 15 – 20 %. а напряжения свыше 240 МПа охватывают более 35 % объема этой модели и в трех зонах полностью перекрывают поперечное сечение, что указывает на вероятность образования пластических шарниров.

Таким образом, предложенная схема охраны выемочной выработки (рис. 3.3, в) однозначно обеспечивает снижение нагрузки на рамную крепь, до 11 %, относительно схемы с использованием целиков. Во всех вариантах расчета органный крепь и деревянный костер находятся в состоянии близком к предельному. Но только для случая, представленного на рис. 2, а, примыкающие к ним сверху породы сохраняют исходную степень сопротивления горному давлению. Следовательно, угол падения не является определяющим фактором при переходе пород в предельное и запредельное состояние. На основании совместного анализа представленных на рис.3 зависимостей следует сделать вывод о том, что рассматриваемая схема поддержания выемочной выработки наиболее эффективно работает в диапазоне от 17° и до 32°. На это указывает наиболее оптимальное, с точки зрения прочностных показателей, соотношений напряжений

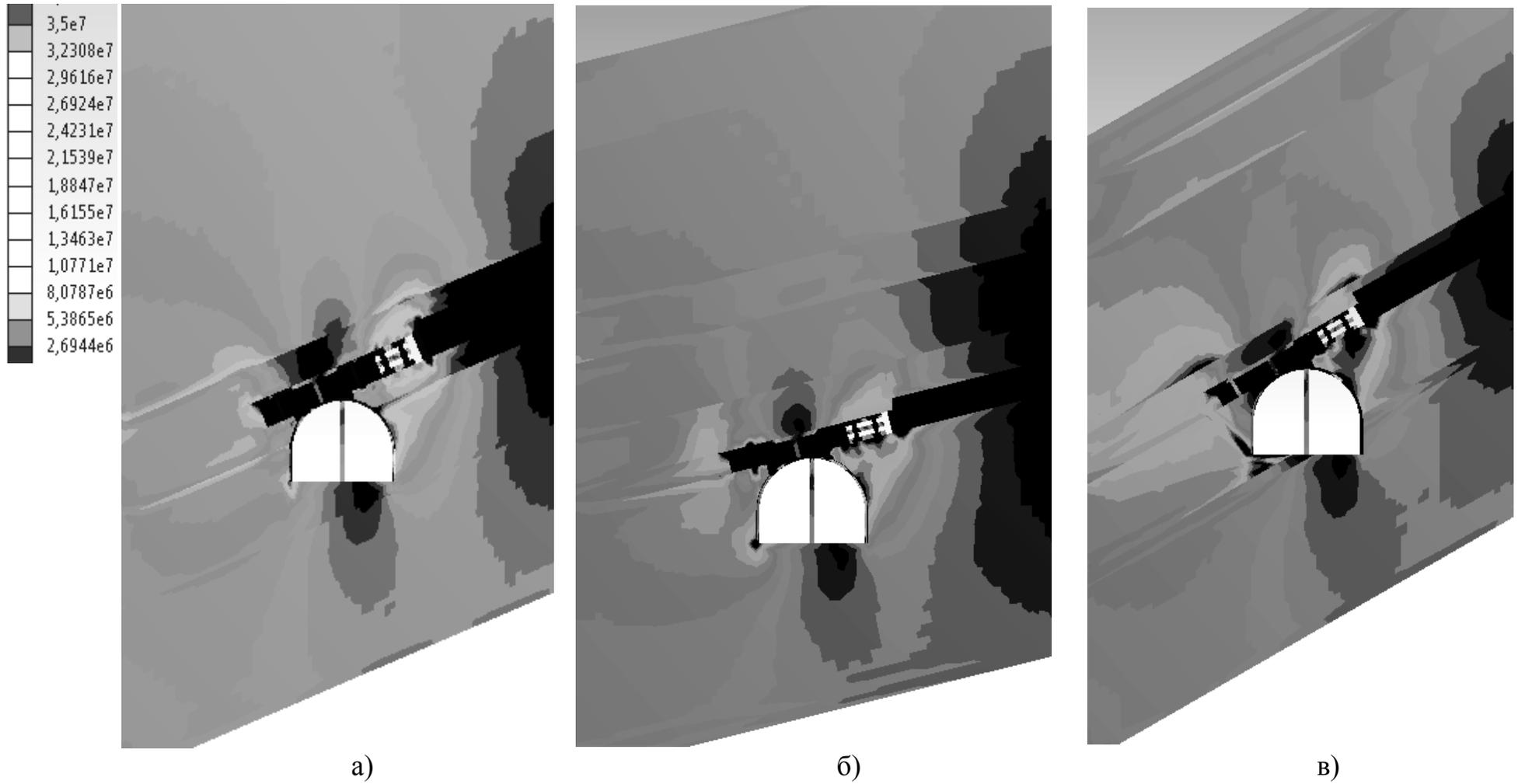


Рис. 2. Эпюры интенсивности напряжений полученные для горно-геологических условий шахт:
а) «Золотое»; б) «Карбонит»; в) «Первомайская».

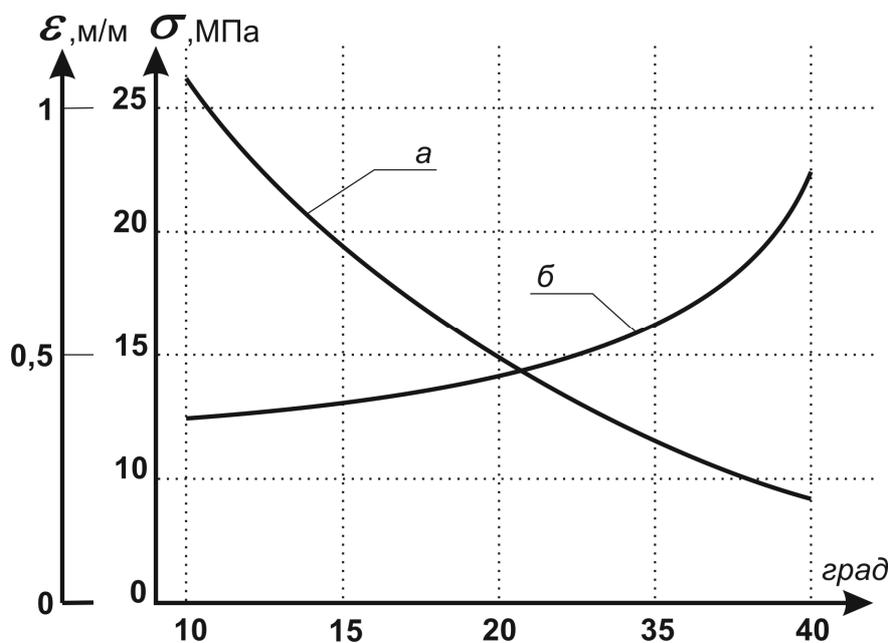


Рис. 3. Графики зависимости изменения максимумов интенсивности напряжений σ_{int} в левой стойке инвентарной крепи (а) и величины деформации в кровле разгрузочной зоны (б).

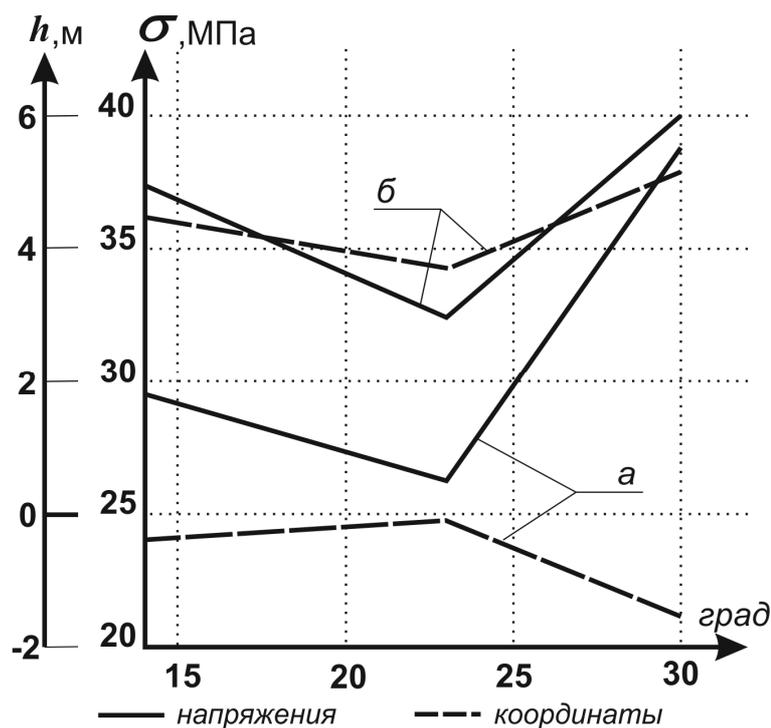


Рис. 4. Изменение максимума интенсивности напряжений σ_{int} и вертикальной координаты его расположения относительно почвы выработки для левого (а) и правого (б) боков выемочной выработки.

и деформаций. С увеличением угла падения расчетная система «крепь выработки – горный массив» все больше переходит в предельное и запредельное состояние, что в значительной степени повышает вероятность обрушения кровли

разгрузочной зоны. Исходя из этого, становится критически важным рассмотрению условий формирования параллельных трещин в боках выемочной выработки при данной схеме поддержания [4].

Рассмотрим состояние левого и правого боков выработки в комплексе, с применением сравнительного анализа. Первый и основной вывод, который позволяет сделать анализ эпюр напряжений на рис. 3.3, заключается в ощутимом влиянии на НДС этих областей геологической структуры горного массива.

Для детального анализа рассмотрим диаграммы, представленные на рис. 4. По характеру диаграмм видно, что величина горного давления и местоположение его очагов относительно выемочной выработки наиболее сбалансировано в случае расчета с углом падения 23° (см. рис 2, а) – в рассматриваемых зонах имеют место слабые концентрации напряжений и их воздействие на крепь сосредотачивается в зонах контакта левой и правой стойки крепи. Фактически наличие породного слоя малой мощности в своде выработки, под разгрузочной зоной, обеспечивает выравнивание показателей горного давления в ее левом и правом боках. Следовательно, происходит перераспределение напряжений в глубину горного массива, результатом чего становится повышение устойчивости свода выработки [4].

Наличие границы породных слоев в нижней части выработки (см. рис. 2, в) приводит к формированию зоны повышенного горного давления в нижней части левого бока выемочной выработки. Учитывая абсолютные значения напряжений в этой зоне (см. рис. 3.5) и ее геометрию, следует сделать такое заключение – в этом варианте НДС системы создаются условия по формированию вывала пород левого бока выработки. Исходя из опыта расчетов полученного в рамках данной исследовательской работы следует увеличить ширину зоны разгрузки путем извлечения угля в сторону падения на $0,3...0,7$ м. Это должно привести к снижению коэффициента концентрации напряжений до уровня $29...32$ МПа.

В целом графики, приведенные на рис. 4, показывают, что наличие влияния прохождения границы породных слоев через контур выемочной выработки не приводит к коренному изменению тенденции развития зон разупрочнения вокруг выработки, то есть при построении тренда изменения НДС системы «крепь - массив» относительные отклонения для напряжений в среднем составляют 9 %, а для деформаций – 6 %. Тем не менее, как показано выше, минимизация этого влияния может быть осуществлена путем увеличения размеров разгрузочной зоны или установкой дополнительных элементов крепи в боку выработки по восстанию.

Заключение. В результате проведения анализа зависимостей параметров крепи выработки и горно-геологических характеристик пород выявлено, что предложенная схема охраны выемочной выработки с использованием быстротвердеющего материала обеспечивает снижение нагрузки на рамную крепь до 11 %, относительно схемы с использованием целиков. На основании совместного анализа зависимостей следует, что рассматриваемая схема поддержания выемочной выработки наиболее эффективно работает в диапазоне от 17° и до 32° .

Список литературы

1. Методы и средства решения задач горной геомеханики / Г.Н. Кузнецов, К.А. Ардашев, Н.А. Филатов и др. – М.: Недра, 1987. – 248 с.
2. Булычев Н.С., Проектирование и расчет крепи капитальных выработок. / Булычев Н.С., Фотиева Н.Н., Стрельцов Е.В. – М.: Недра, 1986. – 288 с.
3. Бате К. Численные методы анализа и метод конечных элементов./ Бате К., Вилсон Е. - М.: Стройиздат, 1982. - 448 с.
4. Конопелько Е.В. Осесимметричная деформация многослойного упругоизотропного полупространства с цилиндрической выемкой, подкрепленной жестким включением // Проблемы механики подземных сооружений. – Л.: ЛГИ, 1978. – С. 100-103.

*Рекомендовано до публікації д.т.н. Бондаренком В.І.
Надійшла до редакції 19.11.13*

УДК 622.271

© А.А. Бондаренко

РАЗРАБОТКА ЛАБОРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ОБОСНОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО КЛАССИФИКАТОРА

Разработана лабораторная установка для обоснования конструктивных и режимных параметров горизонтального классификатора путем лабораторного изучения процесса гравитационной переработки зернистых материалов с применением лабораторной базы в составе: классификатора горизонтального многосекционного КГМ, струйного питателя, системы подачи воды, стандартной запорной арматуры и контрольно-измерительных устройств.

Розроблена лабораторна установка для обґрунтування конструктивних і режимних параметрів горизонтального класифікатора шляхом лабораторного вивчення процесу гравітаційної переробки зернистих матеріалів з використанням лабораторної бази у складі: класифікатора горизонтального багатосекційного КГБ, струменевого живильника, системи подачі води, стандартної запірної арматури і контрольно-вимірювальних пристроїв.

A laboratory fluidizer is developed ground of structural and regime parameters of horizontal classifier by the laboratory study of the grainy materials gravity processing process with the use of laboratory base in composition: horizontal classifier, stream supplier, system of water serve, standard plug-forming armature and control and measuring devices.

Разделение мелкозернистых материалов традиционно выполняется в гравитационных аппаратах с горизонтальным движением несущего потока: горизонтальные классификаторы, дешламаторы, спиральные классификаторы, декантаторы, горизонтальные отстойники и др. В работе выполнено лабораторное изучение процесса гравитационной переработки зернистых материалов в горизонтальном классификаторе, с применением нестандартного лабораторного оборудования в составе классификатора горизонтального многосекционного КГМ и струйного питателя. Это позволит выполнить обоснование конструктивных и режимных параметров горизонтального классификатора.