

## КОНЦЕПЦИЯ ИНТЕГРАЛЬНОГО ОРОШЕНИЯ – ОХЛАЖДЕНИЯ ВОЗДУХА В ЗАБОЯХ ГЛУБОКИХ ШАХТ

*В.Б. Гого, Д.В. Гого, В.А. Сыроватченко, А.И. Михайлов, Государственное высшее учебное заведение «Донецкий национальный технический университет», Украина*

Изложена концепция интегрального орошения горной массы и охлаждения воздуха в забоях глубоких угольных шахт, оснащенных механизированными комплексами. Обоснованы параметры процесса и средства для реализации интегрального орошения-охлаждения воздуха на основе гидродинамических импульсно-волновых эффектов, создаваемых многокамерными эжекторами-форсунками системы орошения водой.

**Актуальность проблемы** борьбы с пылью и высокими температурами рудничного воздуха в очистных и проходческих забоях угольных и рудных шахт при работе современных высокопроизводительных горных комплексов требует поиска эффективных способов подавления пыли и снижения температуры воздуха в местах ведения работ. Объективно оценивая существующие способы и средства пылеподавления и охлаждения рудничного воздуха в забоях и других локальных рабочих зонах с высокой энерговооруженностью, можно констатировать факт значительного практического преимущества способа, основанного на орошении водой.

Орошение позволяет не только снижать запыленность воздуха в рабочем пространстве забоя, но и понижать его температуру, что способствует уменьшению случаев заболеваний шахтеров пневмокониозом, сердечнососудистых и других профессиональных проблем здоровья горнорабочих. Известны исследования, проведенные в Германии, применительно к условиям Рурского угольного бассейна, которые выявили зависимость между частотой заболеваний шахтеров пневмокониозом и систематической пылевой нагрузкой на органы дыхания [1]. Определено, что при регулярном орошении и увлажнении горной массы разрушаемого угольного массива снижается запыленность воздуха, а пылевая нагрузка на организм шахтеров уменьшается примерно в 3 раза. При этом заболеваемость пневмокониозом снижается в 3,5 - 4 раза [1]. Это указывает на необходимость обязательного обеспечения орошения и контролируемого увлажнения угля в массиве, как эффективного противодействия пыли в современных очистных механизированных забоях.

Известно, что орошение отбитой горной массы струей капельной воды под резцы шнеков комбайнов применяется для осаждения взвешенной в воздухе пыли, а также кусков разрушаемой горной массы. В общем случае эффект подавления пыли орошением определяется результатом сложных процессов взаимодействия воды или специальной жидкости и пылевых частиц угля (горных пород), приводящих к смачиванию последних, или к удержанию их на поверхности жидкости, что исключает возможность перехода пыли во взвешенное состояние. Для достижения этого условия необходимо обеспечить контакт частиц пыли с жидкостью и смачивание их водой или жидкостью.

На процессы слияния капель и пылевых частиц влияют многие факторы, которые можно разделить по условиям применения орошения (скорости движения воздуха в зоне орошения, степени смачивания и дисперсного состава пыли и др.). Также важны факторы, определяемые параметрами орошающей жидкости (дисперсностью и плотностью частиц, скоростью их движения, смачивающей способностью и т.д.). На практике варьируют параметры давления и расхода воды или жидкости, типы орошающих устройств диспергирования воды (жидкости), и свойства поверхностно-активных веществ, добавляемых в воду.

Очень важно отметить, что с переходом горных работ на глубокие горизонты (более 1000 м) проблему повышения эффективности орошения и борьбы с пылью существенно дополняет и усиливает не менее актуальная проблема снижения температуры рудничного воздуха. На глубоких горизонтах породы горных выработок нагреты недрами Земли до  $(35-40)^{\circ}\text{C}$  и выше, что повышает температуру рудничного воздуха до теплого состояния  $35^{\circ}\text{C}$  и более, что значительно превышает допустимый предел  $26^{\circ}\text{C}$ . Эти условия создают проблемы для местной

вентиляции и охраны труда шахтеров по температурному фактору, особенно в ограниченных рабочих пространствах, а также механизированных забоях.

В связи с этими объективными природными и техногенными условиями нами были проведены исследования [2], которые позволили выдвинуть концепцию, что процесс орошения отбиваемой горной массы при работе комбайна механизированного комплекса, подавления пыли, и охлаждения воздуха в забое рационально проводить специальным орошением многокамерными эжекторами для гидродинамического импульсного пылеподавления и охлаждения воздуха. Создаваемый «охлаждающий» эффект от расширения воздушно-капельного потока, образуемого форсунками на основе эжектора, позволяет реализовать импульсно-волновые свойства течения смеси в каналах эжектора, что увеличивает частоты массообменных и теплообменных контактов капель, пыли и воздуха, повышая время действия капель на рудничный воздух и пыль в сравнении с коническими форсунками. Эти эффекты в комплексе позитивно создают интегральное орошение как взаимосвязанные процессы пылеподавления и охлаждения воздуха водой.

Для проверки концептуальной сущности идеи интегрального орошения нами проведены экспериментальные исследования новых форсунок в виде многокамерных эжектор-оросителей, что позволило определить, реальные возможности процесса. Так при начальной температуре воды  $20^{\circ}\text{C}$ , подаваемой на форсунку, снижение температуры теплого воздуха происходило на  $(9-10)^{\circ}\text{C}$ , что обеспечивает нормативный температурный показатель для рудничного воздуха на рабочих местах шахтеров в забоях, при средней степени очистки воздуха от пыли 98% (начальные концентрации пыли  $(0,05-0,08) \text{ кг/м}^3$ , а температура  $35^{\circ}\text{C}$ ) [2].

Вышеизложенная информация отражает содержание нерешенной проблемы, концепцию для ее решения, научная часть которой формулируется в виде: обосновать сущность интегрального процесса орошения-охлаждения, объединяющего гидродинамическое подавление пыли при отбивании горной массы и охлаждение теплого запыленного рудничного воздуха в условиях забоев и локальных зон глубоких угольных шахт.

Реализация концепции потребует аналитического решения главных задач, связанных с обоснованием комплексной физико-математической модели интегрального процесса орошения и его функциональных связей, а также определением характеристик и основных параметрических величин. Модель должна позволять определить показатели орошения, а также гидродинамических и термодинамических эффектов подавления пыли и охлаждения рудничного запыленного (более  $0,1 \text{ кг/м}^3$ ) теплого воздуха (с температурой, превышающей  $30^{\circ}\text{C}$ ) в условиях энергетически насыщенных забоев, оснащенных мощными комплексами.

**Основной материал исследования** базируется на принятой физической модели комплексного процесса в виде изотропного потока смеси воздуха, пыли и капель воды с постоянными размерами компонентов твердой и жидкой фаз. Поток образуется в эжекторе, который всасывает теплый запыленный воздух струей воды, истекающей в первую камеру эжектора. Очевидно, что с уменьшением размера капель при дроблении, увеличивается их число, а, следовательно, увеличивается и концентрация, что повышает частоту воздействий капель на пылинки, а также возрастает общая поверхность контактного теплообмена между каплями и воздухом [2]. Описание аналитическими связями гидродинамического и термодинамического процессов с обоснованными и принятыми условиями, является математической моделью интегрального процесса орошения - охлаждения.

Принимаем, что характер движения в воздухе одиночной капли относительно твердой частицы – пылинки до соприкосновения влияет на их слияние, и пылинка может не контактировать с каплей, т.е. быть не уловленной. Пылинки, захваченные каплями, достигая критической массы, выпадают из воздушного потока. Кроме этого капли могут быть подхвачены потоком вентиляционного воздуха и не участвовать в процессе. Поэтому исследуем идеальную воздушно – капельную смесь, содержащую пылинки как поток тел с размерами  $(50-100) \text{ мкм}$ , что совпадает с выводами, касающимися размеров капель, полученных водо-воздушным эжектором [2,3].

Принимаем также, что связывание капель пылинок, происходит во взвешенном состоянии,

поэтому дисперсность воды (размер капель) имеет значение, так как подавление пыли происходит в ограниченном объеме пространстве горной выработки – забоя.

Как установлено в исследовании [2] скорость капель воды влияет на пылеподавление и определяется эффективностью захвата - слияния с пылинками. С возрастанием скорости капель увеличивается активный объем пространства воздействия капель на пылинки. Экспериментально определено, что для эффективного слияния пылинок с такого же размера каплями относительная скорость их движения должна быть (25 - 30) м/с.

Процесс осаждения пылинок из турбулентного потока рудничного воздуха каплями в зоне орошения происходит весьма короткое, но определенное время (примерно, 0,1с), которое, естественно, зависит от скорости перемещения смеси (главным образом капель) и пространства орошения. Так как каждая пылинка связывается каплями в объеме активных контактов, то эффективность пылеподавления не может быть больше отношения исследуемых объемов пространств с пылью исходных и требуемых концентраций, что также, закономерно, пропорционально плотности капель орошения. Очевидно, что при увлажнении горной массы водной струей количество подавляемой пыли и степень охлаждения воздуха будут пропорциональны удельному расходу воды заданной температуры, находящемуся в прямой зависимости от плотности капель, образуемых в процессе орошения.

Указанные выше функциональные связи для основных характеристик интегрального орошения, позволяют оценивать параметры новых устройств орошения, которые позволят реализовать интегральное орошение-охлаждение воздуха, путем обоснования конструкций эжекторных оросителей, к примеру, со схемой расположения на комбайне в направлении режущего органа.

Кроме этого, орошение должно осуществляться взаимно дополняющими друг друга способами получения капель, которые позволят эффективно улавливать пылинки и обеспечивать поглощение тепла для охлаждения воздуха. В связи с этим, возникает необходимость сформулировать некоторые требования и изучить интегральное орошение, а именно: а) способ подачи воды в зону разрушения горного массива к исполнительным органам машины (резцам) с целью максимального подавления пыли в момент ее образования при резании; б) направленность орошения, как процесса целевого движения капель за очагом пылеобразования, связанного с перемещением исполнительного органа и движения отбитой горной массы. Кроме этого, для связывания пыли однородным капельным потоком необходимо создать стабильный поток капель одинаковых размеров, которые по нашим исследованиям, составляют в среднем 200 мкм. Вышеперечисленные требования и условия необходимы для эффективного осаждения пыли и охлаждения воздуха в рабочих пространствах.

По нашим предварительным экспериментальным исследованиям, наиболее удовлетворяющим поставленным требованиям, является интегральное орошение-охлаждение воздуха, создаваемое форсунками, реализующими импульсно-волновые эффекты (ИВЭ) многокамерными эжекторами. Наличие ИВЭ позволяет пылинкам чаще контактировать с каплями, что повышает их адсорбционные способности, проявляемые в образовании конденсатной водяной оболочки, что способствует их смачиванию и слипанию с другими такими же пылинками. Это также препятствует возвратному движению пылинок во взвешенное состояние с поверхности угля в воздух забоя.

Важно подчеркнуть, что адсорбционная конденсатная оболочка «мокрой» пылинки, или предельно «запыленной» капли, увеличивает контактные поверхности компонентов потока для теплообмена с воздухом, охлаждая его, выходя из структуры смеси, выпадая в забоях на горную массу.

Понятно, что осуществление такого способа интегрального орошения путем подачи воды в специальный импульсно-волновой эжектор (ИВЭ), имеющий много смесительных камер, непосредственно в зону контакта режущей кромки резца с горным массивом эффективно решает охлаждение трущихся поверхностей в зоне резания. К тому же для создания водяной струи нет необходимости в диспергировании всей орошающей воды или жидкости. Поэтому, учитывая локальность зоны резания и образования пыли под резцом, воду целесообразно

подавать с помощью форсунок ИВЭ с малым углом раскрытия струи.

Наши экспериментальные исследования по реализации интегрального орошения на основе форсунок в виде многокамерных эжекторов, а также известный и длительный опыт эксплуатации известных конических форсунок для орошения, свидетельствует, что для смачивания пыли в момент ее образования при резании все же необходимо создавать эффективную плотность потока капель, для воздействия на пылевое облако. При этом средний диаметр капель должен быть порядка 200 мкм, а средняя скорость движения капель составлять 20 м/с.

Экспериментально определено, что для обеспечения эффективной плотности потока капель с необходимой скоростью, угол раскрытия струи в воздухе должен быть в пределах 40 градусов, а выходное сечение диффузора эжектора располагаться на расстоянии в границах (1,0 -1,5) м от источника пылеобразования. Приведенные значения параметров для капель и потока по нашим исследованиям обеспечивают не только связывание пылинок размерами ( $10^{-4} - 10^{-5}$ ) м, но и позволяют эффективно охлаждать воздух на (5-9)<sup>0</sup>С при его начальной температуре (30-38)<sup>0</sup>С с начальной температурой воды (18-20)<sup>0</sup>С, в пространстве, соизмеримом с забоем.

При орошении отбитого угля различных фракций для перемещения забойным конвейером, очевидно, что нет особой необходимости в создании более высокой скорости потока капель воды как при подаче под резец, так и для подавления пыли и охлаждения воздуха. Однако, важным является обеспечение таких условий, чтобы создать непрерывное и равномерное увлажнение всей поверхности движущегося отбитого угля потоком капельной воды до такой степени, чтобы предотвратить возможный унос пылевых частиц воздушными турбулентностями.

Для создания таких условий, как показали наши экспериментальные исследования, наиболее рациональным является применение форсунок в виде многокамерных эжекторов, скорость выхода капель из которых не превышает 20м/с, а начальное давление воды на входе в форсунку составляет (0,6-0,8)МПа. Такие параметры обеспечивают достаточную плотность смеси воздуха и потока капель нужных размеров для обеспечения эффективного пылеподавления и охлаждения воздуха.

Результаты наших экспериментальных исследований с различными типами форсунок ИВЭ, создающими потоки капель разных размеров, существенное значение для интегрального орошения-охлаждения имеют размер (масса) капли и скорость ее движения, что влияют на улавливание пыли и охлаждение рудничного воздуха. Опытно установлено, что тонкое диспергирование воды до тумана (создание мелких капель с размерами менее 100мкм) является нерациональным по многим причинам.

Во-первых, процесс орошения неизбежно создает турбулентные движения рудничного воздуха, которые уносят мелкие капли с вентиляционными воздушными потоками из рабочей зоны забоя. Однако, крупные капли с размерами более 250 мкм быстро выпадают из потока, вызывая чрезмерное увлажнение горной массы в забое. Это негативно сказывается на условиях работы шахтеров и механизмов, а также снижает эффективность процесса охлаждения воздуха при орошении.

Важно подчеркнуть, что излишнее увлажнение капельной водой отбитых кусков теплой горной массы, резко повышает скорость испарения влаги, с которой в рудничный воздух выделяются не только тонкие фракции угольной пыли, но и сублимирующие газообразные молекулярные формы углеводородных соединений (к примеру, метан), что негативно сказывается на химическом составе и качестве рудничного воздуха.

Следовательно, для решения только задач орошения под резец необходимы форсунки с небольшим углом раскрытия водной струи, направленной в зону резания горного массива. Учитывая, что скорость движения капель быстро уменьшается по мере удаления от форсунки, последние следует устанавливать вблизи очагов пылеобразования, на расстоянии, не превышающем длины активного веера капель, размеры которого зависят от скорости струи на выходе из форсунки эжектора, а также размеров образующихся капель. Анализ результатов исследования [2] показал, что для обеспечения эффективной длины активного потока капель при орошении форсунку рационально располагать на дистанции (0,5—1,0) м, а размер капель

должен быть не менее 200 мкм, при скорости струи воды на выходе из сопла (20-25) м/с.

Известно, что подавление аэрозольной пыли размерами  $10^{-5}$ - $10^{-6}$ м крупными каплями воды  $10^{-3}$ - $10^{-4}$  м имеет низкую эффективность, из-за аэродинамических эффектов обтекания пылинок. К тому же пылинки угля покрыты оболочкой адсорбированных с воздуха газов и сублимированных из угля углеводородных соединений. Кроме этого, между пылинками, каплями и газообразными компонентами рудничного воздуха активными факторами взаимодействия являются силы электродинамической природы, обусловленные эффектами электризации.

В связи с этими явлениями, подавление аэрозольных угольных пылинок каплями воды наиболее эффективно происходит с применением эжекторных форсунок, обеспечивающих получение высокой плотности потока мелких капель размерами 100 мкм, двигающихся со скоростями (20-25) м/с при расходах воды пределах (0,5 -2,5) л/мин,

Для обеспечения интегрального орошения и охлаждения рудничного воздуха в механизированных забоях глубоких угольных шахт при различных горно-геологических условиях необходимы определенные серии эжекторных форсунок, имеющие переменные выходные параметры. В связи с этим оправданным будет унификация эжекторных форсунок (рис. 1 и рис. 2).

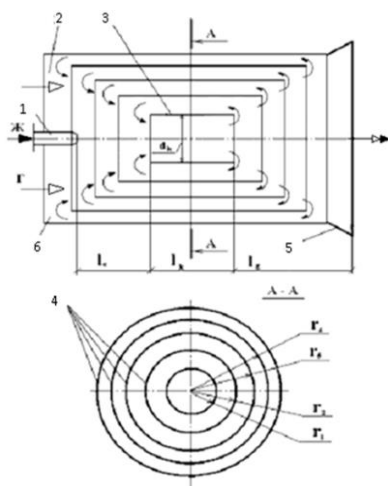


Рис. 1. Схема эжекторной форсунки: 1 – сопло; 2 – камера; 3 – камера смешивания, 4 – цилиндры, 5 – диффузор, 6 – конфузор



Рис.2. Фото эжекторной форсунки

Конкретная разработка эжекторных форсунок для интегрального орошения-охлаждения воздуха должна предусматривать, прежде всего, определение основных функциональных параметров комплексного процесса подавления пыли и охлаждения воздуха водой. Исходя из этого, а также двух применяемых способов орошения на основе подачи воды внутри, при помощи системы оросителей, установленных на исполнительных органах комбайна, и наружного, с расположением оросителей на его корпусе встречно распространению пыли, исследовались системы орошения многокамерными эжекторными форсунками с позиций, как гидродинамики, так и термодинамики.

При внутреннем орошении вода подается к режущим кромкам резцов комбайна и смачивает горную массу и пыль преимущественно до перехода ее во взвешенное состояние в воздухе. Внешнее орошение применяется для дополнительного подавления взвешенной в воздухе пыли, не связанной внутренним орошением. Поэтому для процесса охлаждения воздуха определяющим является термодинамика внешнего орошения.

Как известно в состав оросительной системы комбайна или выемочной машины входят фильтры очистки воды от механических примесей, приборы контроля давления и расхода воды, форсунки определенного типа, а также специальные устройства системы разводки трубопроводов. Понятно, что отдельные элементы системы орошения должны образовывать

единое целое с конструкцией комбайна, в частности, каналы подачи воды в форсунки через шнеки. Эффективность подавления пыли при внутренней подаче воды на орошение под резцы выше, чем при внешнем орошении. Однако охлаждение воздуха при этом менее эффективно. Эксперименты показали, что расположение форсунок непосредственно у резца обеспечивает подавление всех фракций пыли на уровне 98%, а температура воздуха снижается на 2-3 градуса. При удалении форсунки от резца на 0,2м эффективность пылеподавления снижается почти на 10%, однако температура воздуха при этом уже падает на 5-6 градусов при той же температуре воды. В связи с этими исследованиями нами разработана рекомендация, что для комплексного интегрального орошения и охлаждения рационально подавать воду внутри комбайна через форсунки под резцы с внешним орошением через форсунки, расположенные на корпусе комбайна, и действующие на области пространства работы резцов и погрузочных механизмов. Это, соответственно, определяет места для расположения форсунок интегрального орошения - охлаждения, что необходимого для их эффективной работы

В настоящее время в большинстве случаев современные очистные комбайны оснащаются оросительными устройствами, которые имеют свою специфику. Так по рекомендациям специалистов корпорации «JOYGLOBAL», количество воды, подаваемой к одному резцу, например, горного комбайна «14CM15 Series Miner», должно составлять (0,2- 1,7) л/мин в зависимости от крепости горных пород. А оросительные устройства на комбайнах с барабанным исполнительным органом с вертикальной осью вращения через вертикальный вал оснащаются оросительным устройством только с внешним расположением форсунок. Эффективность пылеподавления в этом случае во многом зависит от расхода и давления воды, а также от схемы расположения форсунок.

Опыты по применению высоконапорного орошения показали, что в условиях угольных шахт верхний предел давления воды не имеет смысла превышать более 3,0МПа. При более высоком давлении и постоянном расходе воды равномерное орошение не обеспечивается по исполнительному органу. Это вызвано тем, что применяемые для высоконапорного орошения насадки имеют небольшой угол раскрытия струи. Поэтому с помощью внешнего орошения невозможно достичь высокой (более 90%) эффективности пылеподавления, также осуществить достаточное охлаждение воздуха.

Поэтому комбайны с исполнительными органами в виде шнеков, например, 2К52, 1К101, 1ГШ68, оснащаются комбинированными оросительными устройствами. На комбайнах 2К52 и 1К101 внутреннее орошение на каждом шнеке осуществляется с помощью шести форсунок, которые располагаются на нерабочей стороне и подают воду к резцам противоположной стороны шнека. Для орошения зон выгрузки угля на приводных редукторах исполнительных органов устанавливаются дополнительные оросители с (14 - 16) форсунками. Подача воды к отдельным оросителям регулируется. Как правило, в отечественных оросительных устройствах используются форсунки КФ 1,6-75; ПФ 1,6-40 и КФ2,2-40. Для установки на шнеках рекомендуются также форсунки, дающие плоские струи, которые в меньшей степени подвержены засорению механическими примесями. Расход воды на орошение регулируется путем изменения числа и типа установленных форсунок или отключением отдельных блоков орошения. Экспериментально определено, что лучшие результаты подавления пыли в забоях достигаются при комбинации внешнего и внутреннего орошения.

Комбинированная схема орошения с использованием оборудования для типовых оросительных систем обеспечивает эффективность подавления пыли (80—90)% по общей массе пыли. Для достижения высокой эффективности подавления пыли (не менее 95%) требуется большее количество воды (до 40 л и более на 1 т угля), что ухудшает технические и гигиенические условия труда в очистных забоях. Поэтому при модернизации существующих исполнительных органов комбайнов стремятся обеспечить подачу воды непосредственно к каждому резцу или группе. Так, для комбайна 1К101 разработан шнек, который оснащен форсунками, установленными непосредственно у линейных резцов, что позволяет в 2-3 раза повысить эффективность подавления пыли, витающей в воздухе.

Наиболее совершенное оросительное устройство применено на комбайне 1ГШ68. Орошение

зоны резания в этом случае предусмотрено из форсунок, расположенных перед каждым линейным резцом на расстоянии 0,1 м от его режущей кромки. Кроме того, подача воды предусмотрена и на резцы. Всего на каждом шнеке может быть установлено по 20 форсунок.

**Выводы** и перспективы дальнейших исследований. Для повышения эффективности орошения и охлаждения рудничного воздуха в забое при работе комбайна, а также снижения расхода воды, ее подача должна осуществляться специальными многокамерными импульсно-волновыми эжекторными форсунками, которые располагаются у резца и со стороны резания горного массива. Это обеспечивается тем, что на корпусе комбайна и шнеках необходимо располагать форсунки орошения, охватывающие резцы, зоны их работы, а также пространства перемещений угля исполнительными органами комбайна. В шнеках должны быть установлены специальные многокамерные эжекторные форсунки, что снижает возможность их засорения при давлениях воды (0,8-1,0) МПа и расходе до 10 л/мин.

Применение нового оросительного устройства в виде многокамерного эжектора ИВЭ на комбайнах (например, 1К101, 1ГШ68 и других) позволит снизить запыленность воздуха на (90-95)%, и понизить температуру воздуха на (5-9)<sup>0</sup>С. Применение оросителей ИВЭ при прочих равных условиях обеспечивает дополнительное снижение запыленности воздуха в 2-2,5 раза в результате увеличения интенсивности образования смеси из запыленного воздуха и капель воды, как в зоне резания, так и за ее пределами. При этом снижается резкое выпадение капельной воды в рабочем пространстве очистного забоя и увлажнение рабочих мест горнорабочих, техники, механизированной крепи и т. д.

Система интегрального орошения-охлаждения воздуха на основе ИВЭ может быть применена на всех типах механизированных комплексов и комбайнов, работающих в глубоких шахтах. Кроме этого, при интегральном орошении как комплексном процессе пылеподавления и охлаждения рудничного воздуха увеличивается интенсивность теплообмена в зоне контактов резцов с угольным пластом, что снижает вероятность нагрева и воспламенения, пылевых метано-воздушных смесей.

#### Список литературы

1. Райзнер М. Исследование зависимости между запыленностью горных выработок и заболеваемостью пневмокониозом в Рурском угольном бассейне.— Труды по силикозным последствиям. Бохум, № 95, 1988,— М., Недра, 1989. — 103 с.
2. Гого В. Б. Гидродинамическое подавление пыли в условиях угольных шахт: теория и технические решения / В.Б. Гого, В. Б. Малеев. — Донецк: ДонНТУ, 2008. — 240 с.
3. Фролов М. А., Артемов А. В. Исследование запыленности воздуха в лавах на пластах крутого падения при различных вентиляционных режимах. — Труды НПИ, 1999. - Вып. 3, с. 100—110.
4. Новые способы борьбы с пылью в угольных шахтах / Ф. М. Гельфанд, В. П. Журавлев, А. П. Поелуев и др. - М., Недра, 1995. - 237 с.

## САМОЗАЙМАННЯ ВІДВАЛІВ ВУГІЛЬНИХ ШАХТ І ЗБАГАЧУВАЛЬНИХ ФАБРИК І БОРОТЬБА З НИМ

*А.М. Гайдін, ТОВ «Інститут ГРХІМПРОМ», Україна*

**Анотація.** Розглянуті причини виникнення і механізм розповсюдження вогнищ у відвалах вугільних шахт і збагачувальних фабрик. Обґрунтовано гіпотезу, що імпульс займання викликаний електричними розрядами, які супроводжують ущільнення породи під навантаженням. Розповсюдження вогнища контролюється поступленням повітря зі сторони відкритого схилу. Пропонується економічний спосіб попередження пожежі і гасіння шляхом торкрет-бетонування схилу.

**Вступ.** Породні відвали вугільних шахт і збагачувальних фабрик вміщують горючі