

**СЕМИНАР 9  
ДОКЛАД НА СИМПОЗИУМЕ "НЕДЕЛЯ ГОРНЯКА -  
2001"  
МОСКВА, МГГУ, 29 января – 2 февраля 2001 г.**

© С.П. Высоцкий, Е.А. Воробьев,  
А.П. Калфакчян, К.К. Софийский,  
2001

УДК 622:581.5

**С.П. Высоцкий, Е.А. Воробьев,  
А.П. Калфакчян, К.К. Софийский  
ВЛИЯНИЕ ГОРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ  
НА ЭКОЛОГИЧЕСКУЮ ОБСТАНОВКУ  
ЦЕНТРАЛЬНОГО РАЙОНА ДОНБАССА**

**С**оциально-экономическая стабильность общества во многом определяется уровнем его экологической безопасности. Особенно это важно для Центрального района Донбасса, в котором сложилась кризисная экологическая ситуация. В этом районе расположено 25 угольных шахт, 7 обогатительных фабрик, 27 крупных предприятий химической промышленности, металлургический завод, ртутный комбинат, заводы машиностроения, стройиндустрии.

Сброс вредных веществ предприятия всех отраслей производят в атмосферу, гидросферу и хранилища. Кроме того, в регионе произошли случаи «залпового» загрязнения: ядерный подземный взрыв на шахте «Юный коммунар», утечка бензола на Горловском химическом заводе.

Воздушный бассейн региона загрязнен двуокисью серы, сероводородом, метаном и пылью, которые выбрасываются шахтами; почвенный покров – ртутью до 40 ПДК – Никитовским ртутным комбинатом, мышьяком с концентрацией до 35–50 ПДК – ПО «Концерн «Стирол» и т.д.

Под породными отвалами занято 660 га продуктивных земель. Общее количество породы в отвалах – около 700 млн т. Грунтовые воды всей площади региона характеризуются высокой степенью загрязнения (более 10 ПДК) тяжелыми металлами и органическими соединениями.

Площадь загрязнения в подземных водах значительно больше грунтовых за счет миграции подземных вод между всеми действующими шахтами региона (шахтосбоями и водоносными песчаниками).

В результате проникновения в августе 1989 г. около 39 т хлорбензола Горловского химического завода в действующие горные выработки шахты «Александр-Запад» произошло заражение воды не только в пределах данной шахты, но и на смежных шахтах. Правительственной комиссией было принято решение о закрытии шахты «Александр-Запад» в режиме «сухая консервация» для обеспечения устойчивой откачки загрязненных вредных химическими веществами шахтных вод. Однако, несмотря на принятые меры, и сегодня уровень загрязнения водоносных слоев токсическими веществами (фенол, дифенолпропан,

бензол, толуол и др.) превышает ПДК в 100-2000 раз.

Основными источниками загрязнения окружающей природной среды горными предприятиями Центрального района Донбасса являются: породные отвалы, котельные, вентиляторы главного проветривания, дегазационные установки, а также сброс шахтных вод в гидрографическую сеть.

Выбрасываемое в атмосферу значительное количество вредных веществ (около 350 тыс. т в год) распространяется в атмосфере под влиянием следующих факторов: переноса воздушными течениями, турбулентного обмена, захвата примесей облаками, вымыванием осадками.

Так, например, в ПО «Орджоникидзе уголь» в 1997 г. выброшено в атмосферу 103,23 т вредных веществ, в т.ч.:

⇒ твердые	-3,43 т;
⇒ газообразные	-99,8 т;
в т.ч. метан	-90,69 т.

Одним из источников загрязнения атмосферы являются коммунально-бытовые котельные (около 60 штук), которые в основном работают на угле.

Проведенными научными исследованиями установлено, что увеличенные уровни загрязнения неизбежны у источников дымовых газов, особенно шахтных котельных, при отрицательной разности температур воздуха у земной поверхности и на высоте. Отсутствие ветра ухудшает экологию, т.к. концентрация загрязняющих компонентов может быстро превысить предельно допустимую. Над районами шахт образуется и задерживается аэрозольное облако, прижатое к земле, в котором скапливаются выбросы. Последнее обстоятельство серьезно осложняет работу шахтной вентиляции. К тому же необходимо учитывать процесс вымывания загрязненных веществ каплями и возможность образования кислотного дождя. Эффект этого процесса отчетливо проявля-

ется на металлическом оборудовании шахтной поверхности, покрове подъемных машин и в обострении респираторных заболеваний.

Вариации скорости ветра и высоты над источником дымовых газов обусловлены перепадом температур атмосферы по вертикали. Поскольку над источником возникает остров теплоты, то над ним действуют силы Архимеда, которые создают восходящие потоки. Наиболее сильно центральный остров теплоты влияет в ночное время. Он порождает ветер, скорость которого составляет порядка 1 м/с.

Сходимость течений к источнику дымовых газов сопровождается переносом к нему загрязнений с окраины угольного района, поэтому распространение промышленных предприятий на окраинах обостряет проблему снижения уровня загрязнений в зоне котельной. Использование высотных труб для рассеивания дымовых газов не решает такой сложный вопрос, как уменьшение количества вредных выбросов в атмосферу. Необходимы кардинальные меры по оснащению шахтных котельных эффективными системами очистки, в частности комплексными газлифтными системами гидротранспорта и газоочистки продуктов сгорания угля.

Подача свежего воздуха в подземные горные выработки осуществляется через воздухоподающие стволы. Отработанный шахтный воздух выдается через вентиляционные стволы с помощью специальных, различного типа, вентиляторных установок. При этом вместе с поступившим воздухом, на поверхность выдаются частицы пыли и газа, связанные с технологией добычи угля, которые рассеиваются в воздушной среде, ухудшая экологическую обстановку. При этом выбрасывается в течение года: метана – 98 млн м<sup>3</sup>; твердых компонентов – 7600 т; сернистого ангидрида – 6500 т; окиси углерода – 1600 т; окиси

азота – 300 т; углеводов – 90000 т; прочих – 550 т.

При этом очистка выбрасываемого из шахт воздуха не производится; кроме того, из-за низкого удельного содержания не используется метан в производственных целях.

Однако, **проблема использования метана**, а, вместе с тем, и улучшение экологической обстановки, может решаться двумя путями.

**Первое** – использование более совершенных дегазационных установок и технологий добычи угля, обеспечивающих дегазацию угольного массива. Накопленный 50-летний опыт промышленных газифицированных установок (ПГУ) свидетельствует об устойчивости процесса газификации и его эффективности. Основными факторами, влияющими на устойчивость процесса ПГУ и качество получаемого газа, является количество и состав подаваемого дутья, количество отводимого газа, режимы работы скважины, длина реакционных каналов. Технологическими элементами, обуславливающими расширение сырьевой базы подземной газификации угольных пластов, является следующее:

- ⇒ газификация угля в длинных буровых каналах с постепенным переносом точки подвода окислителя по длине дутьевой скважины;
- ⇒ бурение длинных каналов (скважины) по угольному пласту с помощью электрических и винтовых забойных двигателей; применение систем слежения за положением забойного двигателя в угольном пласте;
- ⇒ газификация угля на дуге, обогащенном кислородом и паром, а также на чистом кислороде (95 % O<sub>2</sub>) с присадкой перегретого пара;
- ⇒ утилизация тепла извлекаемого газа ПГУ;
- ⇒ возможность поддержания в подземном газогенераторе, с уве-

личением глубины газифицируемого угольного пласта повышенного давления.

**Второе** – бурение с поверхности вертикальных скважин с целью забора метана с мест его скопления или же с угольных пластов.

Первый и второй пути нашли практическое применение. Добытый метан используется для котельных установок и автомобильных двигателей как альтернативное топливо.

Частичная очистка выдаваемого шахтного воздуха от пыли производится непосредственно в стволе и в вентиляционном канале за счет естественного орошения частицами воды, проникающей в ствол через крепление. Водопристок в стволах составляет в среднем 5-10 м<sup>3</sup>/час. В стволе пыль оседает в зумпфе, в ветканале – на его днище. Периодическая очистка накопившегося шлама с зумпфа и ветканала производится вручную или с применением специальных механизмов.

**Значительная доля выбросов загрязняющих веществ приходится на горящие отвалы.** На шахтах Центрального района Донбасса располагается более 130 породных отвалов, из которых половина - горящих. Ежегодно к существующим отвалам добавляется более 1 млн т. Частично порода используется для закладки горных выработок. Из отвалов в атмосферу ежегодно в среднем выделяется до 1300 т вредных газообразных веществ. Работы по тушению и переход на складирование породы в плоские отвалы позволили снизить количество горящих отвалов втрое. Однако, в числе горящих имеются и плоские отвалы, что вызвано нарушением технологии их формирования, отсутствием в ряде случаев изолирующего слоя между ярусами, покрытия боков отвала инертным изолирующим материалом и недостаточно плотной укладкой.

Вместе с породой в отвалы выдается и уголь – 15 и более процентов, что является основной причиной горения отвалов. Основная масса угля, находящаяся в породе, выдаваемой в отвалы, образуется при проведении подготовительных выработок. Имеется много способов уменьшения содержания угля в породе: это и раздельная выемка угля и породы при проходке, и селективная отборка угля из породы с помощью различных сепараторов трения и др.

При отсыпке породы в отвалы с отсевом мелких классов крупности, порода должна разбавляться инертными материалами до состояния оптимальной упаковки. При отсыпке породы без отсева мелких классов крупности, она должна обрабатываться антипирогенами, которые используются в виде водных растворов или пленок твердящих материалов.

При пропитке отвальной массы растворами антипирогенов изменяются ее физико-химические свойства, снижается сорбционная способность отвальной массы, скорость низкотемпературного окисления и уменьшается вероятность автокаталитической реакции окисления, происходит изменение термических свойств отвальной массы. В качестве антиокислителей используются водные растворы бишофита (3–10 %), хлористого кальция (5–20 %), карбамида (5–15 %).

В качестве антипирогенов используются хлориды, карбонаты и бикарбонаты, аммонийные соединения, силикаты, фосфаты, полиакриламид, поверхностно-активные вещества (ПАВ), отходы металлургических и содовых заводов и другие вещества.

Пленкообразующие антипирогены рекомендуется применять для изоляции откосов плоских породных отвалов для предотвращения доступа кислорода воздуха к отвальной массе. Почти все угли и

породы гидрофобны, т.е. плохо смачиваются водой, поэтому для улучшения эффективности обработки угля в растворы добавляются смачиватели.

Немаловажную роль для улучшения экологической обстановки имеет тушение горящих терриконов и хребтовых отвалов, которые переформируются в плоские отвалы с проливанием поверхностного слоя пульпой из антипирогенных материалов. За период с 1978 г. по 1997 г. спецуправлениями по тушению, профилактике породных отвалов и рекультивации земель потушено более 60 горящих породных отвалов. До 2007 года планируется потушить оставшиеся породные отвалы.

**Важным направлением работ по снижению негативного влияния предприятий угольной промышленности на окружающую среду являются:**

⇒ сокращение загрязнения поверхности водоемов сбросом недостаточно очищенных попутно забираемых шахтных вод;

⇒ переход на замкнутые системы водоснабжения технологических процессов;

⇒ расширение использования шахтной воды на собственные технологические нужды с соответствующим сокращением потребления воды питьевого качества;

⇒ улавливание и обезвреживание загрязняющих веществ, отходящих от стационарных источников в атмосферу.

Вода является одним из важнейших минеральных ресурсов нашей планеты. Она играет большую роль в жизни человеческого общества, в развитии его производительных сил как природный фактор, использование которого постоянно возрастает в связи с ограниченными возможностями ее замены в ряде технологий.

Особенностью горных предприятий является то обстоятельство, что они не только потребляют

воду для нужд производства, но и попутно выдают на поверхность значительное количество шахтной воды. Шахтами Центрального района Донбасса выдается на поверхность 59580 тыс. м<sup>3</sup> воды в год, в т.ч.:

⇒ ПО «Дзержинскуголь» - 11400 тыс. м<sup>3</sup>

⇒ ПО «Атемуголь» - 23690 тыс. м<sup>3</sup>

⇒ ПО «Орджоникидзеуголь» - 24890 тыс. м<sup>3</sup>

Из общего количества воды только 5400 тыс. м<sup>3</sup> используется на производственные нужды - противовыбросные и противопылевые мероприятия.

Коэффициент водообильности зависит от гидрогеологических условий угольных месторождений, полноты мероприятий по предварительному осушению шахтных полей, принятых систем разработки, добычи угля, способов управления кровлей и других факторов и составляет по ЦРД – 14,5 м<sup>3</sup>/т угля.

**Выдаваемая на поверхность шахтная вода** кроме мелкодисперсной углепородной смеси (взвешенные вещества) загрязнена в значительной степени минеральными солями. Содержание взвешенных веществ в выдаваемой на поверхность воде в среднем 232 мг/л, т.е. в два раза выше нормативного, т.к. мало внимания уделяется предварительной очистке шахтной воды в подземных условиях и своевременной чистке канавок и водосборников околоствольных дворов.

Минерализация шахтных вод по отдельным шахтам и городам изменяется в пределах 2–4 г/л, что также выше нормативных. Шахтные воды в большинстве случаев очень жесткие и без умягчения или опреснения не могут широко использоваться для водоснабжения угольных предприятий.

Шахтные воды загрязняются на всех стадиях технологического процесса производства. В составе

загрязнителей наиболее характерными являются взвешенные загрязняющие вещества (ВЗВ). ВЗВ образуются и поступают в шахтные воды в процессе разрушения горного массива, при погрузке и транспортировке горной массы, ее орошения, при дренаже вод через выработанные пространства. Среди загрязняющих веществ преобладают сухой остаток и железо, меньше всего – взвешенных веществ.

Откачиваемая с шахт вода поступает в шахтные поверхностные водосборники, а если их нет, то напрямую в пруды-осветлители, которые в основном расположены в природных балках. Тела плотин выполнены из насыпного уплотненного грунта. Верховые откосы облицованы железобетонными плитами на щебеночном основании. Берега прудов нарезаны террасами и укреплены лесонасаждениями. Все пруды имеют огражденные сливные окна. Эффективность прудов-осветлителей составляет 60–80 %. Содержание взвешенных веществ после пруда составляет 20–50 мг/л.

Шахтная вода с прудов-осветлителей сбрасывается в местные реки, так, ПО «Дзержинскуголь» – в Кривой Торец; ПО «Артемуголь» – в Кривой Торец, Крынку, Лугань, Бахмутку; ПО «Орджони-кидзеуголь» – в Булавин, Лугань, Садки и Волынское водохранилище. Далее часть шахтных вод поступает или в р. Миус, а затем – в Азовское море; или в р. Северский Донец, а затем – в р. Днепр.

В водах большинства водозаборов основных рек в связи с поступлением шахтных вод повышена минерализация до 2-3 г/дм<sup>3</sup>, а в некоторых местах – в десять раз выше.

Большими потребителями шахтных вод являются обогатительные фабрики в технологических процессах мокрого обогащения угля.

Особое внимание заслуживает использование условно чистых вод. Только в Донбассе использование этих вод без затрат на доочистку с целью их использования позволяет ежегодно экономить более 40 млн м<sup>3</sup> питьевой воды, что дает экономический эффект свыше 9,2 млн грн в год.

**Сбрасывание шахтных вод в речные бассейны** свидетельствует о недостатках в использовании природных ресурсов, о нарушении экологической обстановки в этом регионе. Угольная промышленность является мощным техногенным фактором воздействия на окружающую природную среду и вызывает ее негативные преобразования.

В плохом состоянии оказались воды рек, в которые сбрасывается шахтная вода. В водах этих рек среднегодовое содержание основных веществ превышает ПДК, а по некоторым ингредиентам уровень загрязнения их превышает допустимые нормативы в десятки раз.

Выходящая из прудов-осветлителей вода, с продолжительностью осветления до 10 суток, содержит: БПК<sub>5</sub> (биологическое потребление кислорода) – 7–14 мг/л; нитритов – до 1 мг/л; нитратов – 2–10 мг/л; аммонийного азота – 0,1–0,6 мг/л; железа – 0,2–0,7 мг/л; сухого остатка – до 2000 мг/л; сульфата – до 1000 мг/л; хлоридов – 100–200 мг/л; фенолов – до 0,01 мг/л; нефтепродуктов – до 0,5 мг/л; магния – 40–80 мг/л; кальция – 70–110 мг/л и т.д.

Только в воды рек Донецкой области попало: 23,3 тыс. т взвешенных веществ; 701,8 тыс. т сульфатов; 2,68 тыс. т аммонийного азота; 16,6 тыс. т нитратов; 41 тыс. т нитритов, 82,6 т веществ синтетического происхождения; 282,7 т нефтепродуктов; 3,3 т фенола и более 300 т тяжелых металлов.

Эффективность осветления шахтных вод в горизонтальных отстойниках составляет до 7 %. Шахтная вода после протекания по ним имеет прежнюю минерализацию, жесткость, содержание хлоридов, сульфатов, загрязнителей, содержание взвесей в основном превышает 25 мг/дм<sup>3</sup>.

Для осветления вод широко используются различные реагенты. В качестве коагулянтов применяются соли железа и аммония, а также их смеси. Осветление сточных вод коагуляцией – это процесс образования при гидролизе коагулянтов нерастворимых гидроокислов железа или аммония, к развитой поверхности которых прилипают высокодисперсные частицы взвешенных веществ.

Интенсификация очистки сточных вод достигается при обработке их магнитным полем.

Хлорирование применяют в основном для обеззараживания воды от патогенных бактерий и вирусов. В шахтных условиях для хлорирования воды используется аппарат Вечерского НВ-2.

При этом жидкий хлор перерабатывается в газообразный из расчета 2,13 мгм на 1 л воды.

Шахтные воды после соответствующей подготовки могут быть использованы для производственных нужд, если они безвредны для здоровья обслуживающего персонала, не обладают отрицательными органолептическими свойствами, не имеют коррозионных свойств, не вызывают биообращаний и солевых отложений, не создают аварийных ситуаций и не снижают технико-экономические показатели производственной деятельности, не дестабилизируют окружающую природную среду.

Особого подхода с точки зрения экологии требуют **решения проблем закрытия шахт.**

Проектом ликвидации шахты «Красный октябрь» ПО «Орджоникидзеуголь» предусматривается

увеличение производительности водоотливных комплексов на соседних шахтах «Юнком» и «Красный Профинтерн». При этом ликвидация горных выработок шахты «Красный Октябрь» по проекту должна осуществляться после выполнения работ по расширению водоотливных комплексов. Однако, в связи с принятым решением об ускорении закрытия нерентабельных шахт, на 1998 г. в число закрываемых включены и эти соседние шахты.

В создавшейся ситуации появляется несколько проблем, требующих безотлагательного решения.

Во-первых, если шахты «Юнком» и «Красный Профинтерн» отнесены к числу закрываемых, то работы по расширению водоотливных комплексов на этих шахтах заведомо могут оказаться бросовыми.

Во-вторых, проект ликвидации шахты «Красный Октябрь» не учитывает параллельную ликвидацию соседних шахт.

При ликвидации шахты «Красный Октябрь» без выполнения мер по предотвращению затопления соседних шахт, последние будут затоплены в кратчайшее время, т.к. приток воды на шахту «Красный Октябрь» колеблется от 900 до 1020 м<sup>3</sup>/час, а с соседними шахтами она имеет целый ряд сбоек горными работами.

Помимо неизбежного подтопления территорий г. Енакиево и близлежащих поселков (этой проблемы еще никто не изучал), существует и другая потенциальная опасность.

В 1979 г. на шахте «Юнком» на глубине 903 м был произведен подземный ядерный взрыв с целью уменьшения напряженного состояния горного массива для предотвращения внезапных выбросов угля и газа. Заряд был размещен в крепких песчаниках; зарядная камера и наклонный ствол перед взрывом были заложены

высокомарочным бетоном. При взрыве в результате сверхвысоких температур вмещающие породы расплавились, образовав своеобразную сферу, внутри которой после взрыва остались радиоактивные продукты под избыточным давлением. В процессе остывания расплав мог принять два состояния:

а) при быстром остывании – пузырчатая остеклованная масса;

б) при медленном остывании – монолитная остеклованная масса.

С учетом способа взрывания заряда (замкнутое пространство), физико-механических свойств и мощности заряда (0,33 кТ), образовавшийся полый сфероид имеет диаметр 10-11 м и весит 100 т, а с периода полураспада оставшихся радиоактивных компонентов их концентрация сегодня остается еще очень высокой.

По прошествии 12 лет в очаг взрыва были пробурены две разведывательные скважины. При бурении проводился каротаж с определением уровней радиационного загрязнения. Установлено, что по мере приближения к эпицентру взрыва, уровень радиоактивности возрастает по всем видам излучений и самой сферы превышает допустимые нормы.

Бурением также установлено, что вокруг остеклованной сферы имеются зоны растрескивания и дробления пород, а также свободное пространство заполненное водой.

За счет фильтрации вмещающих пород, через очаг заражения проходит 3 м<sup>3</sup>/ч подземных вод, которые, попадая в общешахтный приток, разжижаются до санитарных норм.

По оценкам специалистов (ИГД им. А.А. Скочинского, ВНИПИпромтехнология и др) сфера имеет неравномерные толщины между внутренней и внешней поверхностями. Более тонкий слой расположен в верхней части.

Не исключена возможность, что в какой-то момент из нависающих пород может отслоиться кусок породы, достаточный по массе для разрушения (раскрытия) сферического образования с высокой концентрацией радиоактивных элементов.

Сегодня на шахте функционирует специальная лаборатория, постоянно контролирующая уровни радиации.

Учитывая, что откачиваемая из шахты вода отводится по организованным путям, такой контроль обеспечивает возможность экстренного принятия мер при угрозе радиационного заражения водоемов.

Если же шахта будет затоплена, вопрос обеспечения контроля уровня радиации подземных вод вырастает в новую проблему, т.к. в этом направлении не велось никаких исследований. Таким образом, ликвидация одной шахты «Красный Октябрь» повлечет за собой необходимость решения сложных проблем для региона. Поэтому ликвидацию шахты «Красный Октябрь» необходимо осуществлять в комплексе с ликвидацией и соседних шахт.

Негативное влияние на окружающую природную среду региона будет оказывать ликвидация шахт также из-за вытеснения газа метана на поверхность водой из затапливаемых горных выработок и выработанного пространства, концентрация которого может достигать взрывоопасной.

Кроме того, негативное последствие затопления горных выработок шахт скажется на повышении уровня грунтовых вод и значительной осадки земной поверхности.

Учитывая критическую экономическую обстановку в Центральном районе Донбасса, **по каждой закрываемой или ликвидируемой шахте предварительно должны разрабатываться меры.**

К ним относятся:

1. Порядок ликвидации или закрытия шахт должен определяться после разработки целевого технико-экономического обоснования всего региона.

2. В проектах закрытия или ликвидации шахт необходимо предусмотреть закладку породой из терриконов горизонтальных и вертикальных горных выработок с целью уменьшения деформации земной поверхности и снижения выделений на дневную поверхность газа метана, а также смеси азота и углекислого газа.

Экономическое стимулирование рационального природопользования должно носить комплексный характер и охватывать все источники и виды природных ресурсов.

**Затраты на природоохранные работы** по угольным предприятиям ЦРД составили в 1997г. около 2200 тыс. грн, в т.ч.:

- на складирование (профилактика против самовозгорания породы) ~ 700 тыс. грн.;

- на тушение ~ 30 тыс. грн.;
- на очистку шахтных вод ~ 500 тыс. грн.;
- на обеспечение технического контроля за состоянием воды и воздуха ~ 120 тыс. грн и т.д. Кроме того, производятся платежи в бюджет в пределах лимитов на сбросы, выбросы, размещение отходов, платежи сверх лимитов и платежи за природные ресурсы.

**Успешное решение задач в области охраны природы** возможны лишь при соблюдении следующих основных принципов:

1. Природоохранные мероприятия, осуществляемые предприятием, должны полностью компенсировать отрицательное воздействие производства на окружающую среду.

2. За пользование природными ресурсами, как частью национального достояния, предприятие обязано вносить установленные платежи и выполнять

природоохранные мероприятия за счет собственных средств и кредитов.

3. Предприятие должно возмещать ущерб, причиненный загрязнением окружающей среды и нерациональным использованием природных ресурсов, нести материальную ответственность за несоблюдение законодательства об охране природы.

Разработка и реализация комплексных планов охраны окружающей среды и повышение эффективности использования природных ресурсов для каждого предприятия должны стать важной государственной задачей, определяющей технически возможный, экономически целесообразный и экономически необходимый вариант хозяйственной деятельности в данных условиях.

---

---

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пономаренко П.Ч., Моссур П.М., Пинчук Н.Н., Яковлев Е.А. Экономика и охрана водных ресурсов Украины. Наука и образование, Днепропетровск, 1997 г.

2. Заболотный А.Г., Конопенко Н.А., Григорюк Е.В. Охрана природы в угольной промышленности Украины. Уголь Украины, 1997 г., № 8.

---

---

## КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

*Высоцкий С.П.* – профессор, доктор технических наук, АДИ Донецкий государственный технологический университет.

*Воробьев Е.А.* – доцент, кандидат технических наук, Донецкий государственный технологический университет.

*Калфакчиян А.П.* – доктор технических наук, ПО «Артемуголь».

*Софийский К.К.* – доктор технических наук, Институт геотехнической механики НАН Украины.