

УДК 622.822.2

DOI: 10.15587/2312-8372.2019.185953

## **АНАЛИЗ ПОЖАРООПАСНЫХ УЧАСТКОВ (ЗОН) В УГОЛЬНЫХ ШАХТАХ И ПРИЧИНЫ САМОВОЗГОРАНИЯ УГЛЕЙ**

**Антощенко Н. И., Тарасов В. Ю., Захарова О. И.**

## **АНАЛІЗ ПОЖЕЖОНЕБЕЗПЕЧНИХ ДІЛЯНОК (ЗОН) У ВУГІЛЬНИХ ШАХТАХ ТА ПРИЧИНИ САМОЗАЙМАННЯ ВУГІЛЛЯ**

**Антощенко М. І., Тарасов В. Ю., Захарова О. І.**

## **ANALYSIS OF FIRE AND HAZARDOUS SITES (ZONES) IN COAL MINES AND THE CAUSES OF COAL SELF-IGNITION**

**Antoshchenko M., Tarasov V., Zakharova O.**

*Ежегодно в шахтах Украины регистрируют несколько десятков эндогенных пожаров. До настоящего времени достоверно не установлены горнотехнические и горно-геологические факторы, способствующие развитию очагов самовозгорания углей в характерных местах (зонах) шахтного поля. Таким образом, объектом исследования является процесс самовозгорания углей пожароопасных участков (зон) в угольных шахтах. Анализ результатов расследования эндогенных пожаров показал, что зонами самовозгорания могут быть скопление потерь отбитого угля в рабочем и выработанном пространстве эксплуатируемых лав, и выработанном пространстве оставленных забоев, краевые части массива разрабатываемого пласта или охранных целиков угля. А также сближенные подрабатываемые и надрабатываемые пласты, очистные и протяженные горные выработки в зонах влияния геологических нарушений и вне их, скопления угля после его внезапного выброса при газодинамическом явлении и полости этого выброса. При прочих равных условиях фактор наличия длительного контакта рудничного воздуха со скоплением отбитого угля является необходимым условием возникновения очагов самовозгорания. Показано, что при возвраточных схемах проветривания выемочных участков пластов пологого и наклонного падения, все очаги пожаров возникали в зонах, прилегающих к откаточной или вентиляционной выработкам. При этом около 70 % эндогенных пожаров при отработке крутопадающих пластов происходило вблизи откаточной выработки в связи с накоплением больших объемов угля и подачей свежей вентиляционной струи воздуха в рабочее пространство лавы. Результаты исследования показывают, что мощность разрабатываемого пласта и угол его падения не оказывают непосредственного влияния на накопления отбитого угля. Они не могут быть основными факторами,*

определяющими очаги возникновения эндогенных пожаров, как это принято в нормативных документах.

Полученные результаты способствуют усовершенствованию нормативной базы безопасной отработки пластов, склонных к самовозгоранию, в том числе и газоносных.

**Ключевые слова:** рудничный воздух, режим проветривания, геологические нарушения, горное давление, эндогенный пожар.

Щорічно в шахтах України реєструють кілька десятків ендегенних пожеж. До теперішнього часу достовірно не встановлені гірничотехнічні і гірничо-геологічні чинники, що сприяють розвитку осередків самозаймання вугілля в характерних місцях (зонах) шахтного поля. Таким чином, об'єктом дослідження є процес самозаймання вугілля пожежонебезпечних ділянок (зон) у вугільних шахтах. Аналіз результатів розслідування ендегенних пожеж показав, що зонами самозаймання можуть бути скупчення втрат відбитого вугілля в робочому і виробленому просторі експлуатованих лав, і виробленому просторі зупинених вибоїв, крайові частини масиву розроблювального пласта або охоронних ціликів вугілля. А також зближені пласти, що підробляються і надробляються, очисні і протяжні гірничі виробки у зонах впливу геологічних порушень і поза ними, скупчення вугілля після його раптового викиду при газодинамічному явищі та порожнини цього викиду. За інших рівних умов фактор наявності тривалого контакту рудникового повітря зі скупченням відбитого вугілля є необхідною умовою виникнення осередків самозаймання. Показано, що при використанні возвраточних схем провітрювання виймальних ділянок пластів пологого і похилого падіння, всі осередки пожеж виникали у зонах, прилеглих до відкатувальної або вентиляційної виробок. При цьому близько 70 % ендегенних пожеж при відпрацюванні крутоспадних пластів відбувалося поблизу відкотної виробки у зв'язку з накопиченням великих обсягів вугілля та подачею свіжого вентиляційного струменя повітря у робочий простір лави. Результати дослідження показують, що потужність пласта і кут його падіння не чинять безпосереднього впливу на накопичення відбитого вугілля. Вони не можуть бути основними факторами, що визначають осередки виникнення ендегенних пожеж, як це затверджено в нормативних документах.

Отримані результати сприятимуть удосконаленню нормативної бази безпечного відпрацювання пластів, схильних до самозаймання, в тому числі і газоносних.

**Ключові слова:** рудничне повітря, режим провітрювання, геологічні порушення, гірничий тиск, ендегенна пожежа.

## 1. Введение

Согласно действующим нормативным документам [1], антрацитовые пласты не относятся к опасным по самовозгораемости. Наряду с таким, нормативно принятым положением, наблюдались случаи [2, 3] самовозгорания антрацитов при определенных условиях его хранения в штабелях или

нахождении в горных выработках. Не зафиксировано самовозгорание антрацитов в пластах.

В период с 1979 по 2004 года зарегистрировано четыре эндогенных пожара [4] в выработанном пространстве при отработке антрацитового пласта I<sub>3</sub>. Приведенные факты свидетельствуют, что все каменные угли (в том числе и антрациты) являются топливом и при создании определенных условий они могут быть склонными к самовозгоранию.

В настоящее время наименее изученным остается вопрос об условиях возникновения очагов самовозгорания углей в разных частях (зонах) шахтного поля. Во многих случаях достоверно не установлены горнотехнические и горно-геологические факторы [5], способствующие развитию очагов самовозгорания углей в характерных местах шахтного поля. Изучение этого вопроса является актуальной задачей для угольной промышленности [6], так как от её решения во многом зависит здоровье и жизнь горняков, работающих в подземных условиях. Исследования в этом направлении способствуют усовершенствованию нормативной базы безопасной отработки угольных пластов.

Таким образом, *объектом исследования* является процесс самовозгорания углей пожароопасных участков (зон) в угольных шахтах.

*Цель работы* – установить горнотехнические и горно-геологические факторы, способствующие возникновению очагов самовозгорания углей в характерных местах шахтного поля.

## **2. Методика проведения исследований**

Возникновение очагов самовозгорания в разных частях шахтного поля связано с горнотехническими и горно-геологическими условиями нахождения угля. Процессы самовозгорания происходят под воздействием характерных для этих очагов факторов, которые могут существенно активизировать или тормозить эти процессы.

Эндогенные пожары имели место, практически, во всех горных выработках. Очаги самовозгорания возникали при следующих обстоятельствах:

- в скоплении потерь угля при ведении очистных работ или после их прекращения;
- в краевой части массива разрабатываемого пласта или оставленных целиков угля;
- в сближенных подрабатываемых или надрабатываемых пластах;
- в очистных и протяженных горных выработках в зоне влияния геологических нарушений или вне их;
- в скоплениях угля после его выброса при газодинамическом явлении или в полости этого выброса.

Рассматривались места возможного возникновения очага эндогенного пожара в шахтном поле в зависимости от горнотехнических и горно-геологических факторов, которые могли способствовать их образованию.

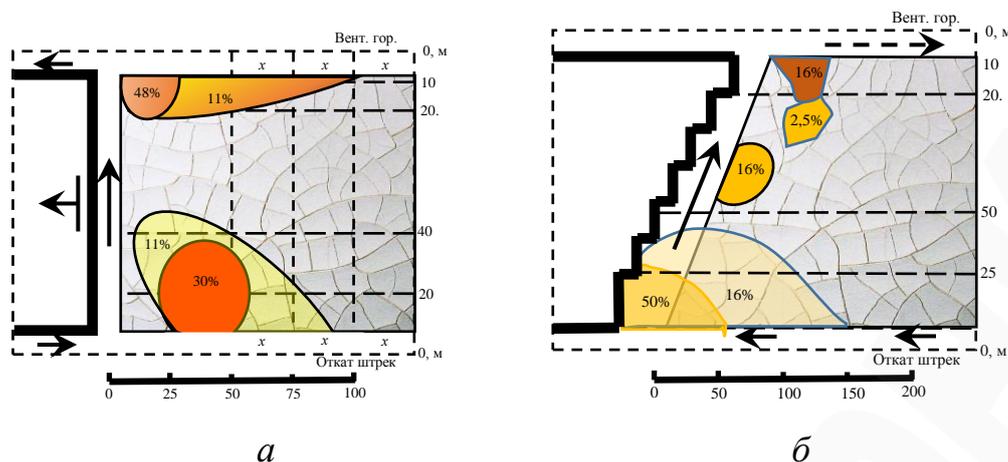
### 3. Результаты исследований и обсуждение

Скопления потерь угля вследствие ведения очистных работ могут находиться в разных частях эксплуатируемых выемочных участков или всего шахтного поля. Обычно отбитый уголь аккумулируется в рабочем пространстве лавы, а по мере продвижения очистного забоя в ее выработанном пространстве. За пределами эксплуатируемого выемочного участка потери отбитого угля находятся в выработанном пространстве остановленных лав. Это свидетельствует о том, что потери отбитого угля, как источника очагов самовозгорания, могут находиться как в действующих горных выработках, так и неподдерживаемых и активно не проветриваемых. Режим проветривания горных выработок определяет, с одной стороны, условия притока кислорода к возможным очагам самовозгорания отбитого угля, а с другой – теплоотдачу окислительных процессов.

В данном случае от режима контакта рудничной атмосферы с отбитым углем зависит направленность процессов самовозгорания. При преобладающем выносе тепла они не получают дальнейшего развития и образование очагов самовозгорания не происходит. Если же за счет движения воздушного потока не осуществляется, в полной мере, вынос тепла, то происходит его аккумуляция в скоплениях отбитого угля. Возможно, и динамическое равновесие при равенстве накопления тепла и его выноса. Оно может быть нарушено при изменении режима проветривания или условий накопления тепла.

При прочих, равных условиях, фактор наличия длительного контакта рудничного воздуха со скоплением отбитого угля является необходимым условием возникновения очагов самовозгорания. Оно возможно только путем аккумуляции тепла при окислительных процессах в скоплениях отбитого угля определенных размеров. Главное условие горения – приток кислорода к очагу самовозгорания. Кислород поступает вместе с вентиляционной струей воздуха или с его утечками через выработанное пространство эксплуатируемых и остановленных лав. Вторым необходимым условием возникновения очагов самовозгорания отбитого угля является наличие его скоплений достаточных размеров. Подтверждением возникновения очагов самовозгорания, при прочих равных условиях, только под воздействием притока кислорода и достаточной дисперсности скоплений отбитого угля, служат статистические данные об эндогенных пожарах [7] (рис. 1).

При возвраточных схемах проветривания выемочных участков пластов пологого и наклонного падения, все очаги пожаров возникали в зонах, прилегающих к откаточной или вентиляционной выработкам (рис. 1, а). Эти зоны характеризуются максимальными потерями отбитого угля при концевых операциях и недостаточным выносом тепла только ограниченным количеством утечек воздуха.



**Рис. 1.** Пожароопасные зоны [7] при возвратноточной схеме: *а* – на целик проветривания выемочного участка (пологие и наклонные пласты); *б* – на выработанное пространство (крутопадающие пласты)

66 % эндогенных пожаров происходило вблизи откаточной выработки (рис. 1, б), при прямоточных схемах проветривания выемочных участков крутого падения. Технологией отработки всех крутых пластов предусмотрено magazинирование (накопление) угля у откаточной выработки с последующей загрузкой через люки в транспортные средства. Одновременно с накоплением отбитого угля в магазинах, через них пропускается вентиляционная струя воздуха для проветривания призабойного пространства. Основной причиной возникновения очага эндогенного пожара в этом случае является складирование значительного количества угля (нескольких десятков тонн), что не позволяет отводить необходимое количество тепла вентиляционной струей воздуха. Возникновение очагов самовозгорания в других частях выработанного пространства выемочного участка крутого падения связано с ограниченными утечками воздуха, что препятствовало выносу тепла.

Характерное расположение зон преимущественного возникновения очагов самовозгорания отбитого угля [7] свидетельствует, что применение только возвратноточных схем проветривания согласно [8] не исключает возникновение аварийных ситуаций. Главными факторами, препятствующими возникновению очагов самовозгорания отбитого угля, в общем случае, являются снижение до минимума технологических его потерь и надежная изоляция мест скопления. При отработке крутопадающих пластов основной причиной самовозгорания является концентрированное складирование значительного количества угля и подача к нему вентиляционной струи воздуха. Эти выводы свидетельствуют о том, что в методах оценки пожароопасности влияния взаимодействующих факторов на интенсивность эндогенных пожаров [9, 10], необходимо внести некоторые корректировки. В частности, они касаются применения в анализе произошедших случаев самовозгорания скоплений угля мощности пласта (*м*) и угла его падения (*б*). Эти параметры не оказывают непосредственного влияния на возникновение очагов самовозгорания в скоплениях угля. Мощность пласта,

может только косвенно, и то в не полной мере, влиять на толщину слоя потерь угля. Самовозгорание скоплений угля при отработке пластов крутого падения вызвано, почти в 70 % случаев, технологией их отработки и магазинированием угля. Угол падения пласта не оказывает практического влияния на количество угля в магазинах. Его накопление связано непосредственно с производительностью выемочного участка и режимом загрузки угля в транспортные средства.

Необходимым условием зарождения очагов самовозгорания в зонах влияния геологических нарушения, как в случаях скопления отбитого угля, является контакт рудничной атмосферы с нарушенным углем в этих зонах. Около 30 % эндогенных пожаров происходило в зонах влияния геологических нарушений, в которых уголь диспергирован и имеет повышенную реакционную поверхность. Очаги самовозгорания возникают, как правило, после удаления забоя выработки от нарушения. Это обусловлено разуплотнением мелкоизмельченного угля и появлением трещин, через которые обеспечивается доступ воздуха в толщу пласта. Развитию процесса нагревания сопутствует плавное текущий массоперенос в разрыхленной части пласта. Вероятным побудителем движения воздуха в разрыхленной трещиноватой среде, образующейся вблизи контура выработок, является тепловая депрессия [11].

Установлено [12], что инкубационный период самовозгорания может в 1,5–2 раза отличаться от вычисленного по лабораторным исследованиям. Рекомендуется критическую температуру угля в зонах геологических нарушений определять с учетом конфигурации угольных скоплений и условий тепло- и массо-обмена при химических реакциях окисления.

Вероятность возникновения эндогенных пожаров в зонах геологических нарушений увеличивается с ростом амплитуды смещения пласта и концентрации кислорода в утечках воздуха [13]. Это также является подтверждением того, что первопричиной зарождения очагов самовозгорания являются степень нарушения угля и возможность его контакта с рудничной атмосферой.

Зарождению очагов самовозгорания, как в зонах влияния геологических нарушений, так и вне их, способствует проявление повышенного горного давления на краевую часть массива пласта или оставленных целиков угля. Такие пожары зарождаются в отжатой под влиянием повышенного опорного горного давления угольного пласта на глубинах до одного метра от их обнаженной поверхности [14]. Размер зоны опорного давления зависит от мощности разрабатываемого пласта ( $m$ ), глубины его залегания ( $H$ ) и прочностных свойств вмещающих пород. Механизм поступления воздуха в отжатую часть пласта и факторы, определяющие этот процесс до настоящего времени достаточно не изучены. По этому поводу нет единого мнения [14].

Такая ситуация подтверждается диаметрально противоположными нормативными требованиями к оставлению технологических целиков угля при отработке пластов, склонных к самовозгоранию. В одних случаях [15] снижение пожароопасности предлагалось обеспечивать путем безцеликовой отработки пластов при всех способах подготовки и системах разработки. В других [16] – применялась возвратноточная схема проветривания с оставлением

межлавных целиков угля, которые не прорезались вентиляционными сбойками. Таким образом, снижалась аэродинамическая связь между выработанными пространствами эксплуатируемого участка и остановленных лав. Воздух для проветривания очистного забоя подавался по конвейерной выработке (восходящее проветривание). Исходящая из лавы струя воздуха отводилась по вентиляционной выработке. На её сопряжении с выработанным пространством, наряду с замерами концентрации метана, осуществлялся анализ проб газов, поступающих из выработанного пространства на предмет обнаружения в них оксида углерода и других индикаторных газов. Благодаря такому контролю очаги самовозгорания в выработанном пространстве выявлялись в начальной стадии их возникновения и оперативно принимались меры по их ликвидации. Благодаря возможности проведения такого контроля при отработке газоносных пологих пластов, воспламенение и взрывы метана в выработанном пространстве эксплуатируемой лавы не происходили. По этой причине при склонности угля к самовозгоранию проветривание очистных забоев осуществлялась только с применением возвратноточных схем. Сложности применения таких схем появились при добыче 5–6 тыс. т угля в сутки, а в отдельных случаях она достигала 10–15 тыс. т [16]. Трудности заключались в соблюдении нормативных требований, предъявляемых к скорости движения воздуха и предельной концентрации метана в исходящей из очистного забоя вентиляционной струе. Для обеспечения высокой производительности выемочных участков и соблюдения требований правил безопасности были разработаны и внедрены технологические схемы многоштрековой подготовки выемочных столбов для отработки высокогазоносных и самовозгорающихся пологих угольных пластов [17].

В процессе подготовки к отработке выемочных столбов по простиранию межлавные угольные целики стали прорезать вентиляционными сбоями. В зависимости от длины столба их количество составляло 5–7 и более. Через эти сбойки возникла аэродинамическая связь между выработанными пространствами выемочного столба и ранее отработанными лавами. Направление движения воздуха по лаве изменили с восходящего на нисходящее – воздух для проветривания очистного забоя подавался по вентиляционному штреку. Из выработанного пространства эксплуатируемого участка метан через вентиляционную сбойку в межлавном целике потоком утечек воздуха перепускался на вентштрек ниже подготавливаемого к отработке следующего выемочного столба, минуя действующий очистной забой. В результате от проветривания выемочных участков по возвратноточной схеме перешли на комбинированную, при которой выработанное пространство на участке 100–150 м от очистного забоя постоянно интенсивно проветривалось.

Подобные технологические схемы подготовки и отработки выемочных столбов, получившие название «многоштрековые», в опытном порядке в шахтах Кузбасса («Распадская», «Ульяновская», «Юбилейная» и др. – Кемеровская область РФ) начали использовать с 1999 г. После перевода выемочных участков на комбинированный способ проветривания в высокопроизводительных шахтах

Кузбасса, обрабатывающих пологие и наклонные угольные пласты длинными столбами по простиранию, взрывы метана стали происходить почти ежегодно с катастрофическими последствиями [16].

Нормативными требованиями для предупреждения и тушения подземных эндогенных пожаров в шахтах Кузбасса скорости продвижения очистных забоев регламентированы значениями более 90 м/мес. Фактическая составляла 200 ч 300 м/мес. Вследствие такой интенсивности очистных работ существенно возросло опорное горное давление на краевые части угольных целиков, в том числе и оконтуривающих выработанное пространство. При этом опорным горным давлением совершается механическая работа по деформации и разрушению угля в краевых частях целиков. В процессе этой работы температура угля внутри краевой части на глубине 4–5 м возрастает на 25–35 °С и более в зависимости от величин опорного горного давления [16]. Через раздавленный и перемятый уголь вовнутрь краевой части пласта воздух беспрепятственно может поступать к нагретому и раздавленному в процессе механодеструкции углю. Процесс его окисления ускоряется. В местах сопряжения вентиляционных сбоек с выработанным пространством уголь в процессе механодеструкции нагревается до температуры не менее 40–50 °С. При отработке выемочного столба через каждую вентсбойку, прорезавшую межластный целик, утечки воздуха, проветривающие выработанное пространство, перепускаются в течение одного месяца. За такой период в результате поступления воздуха к нагретому внутри краевой части пласта углю, его температура в процессе окисления возрастает и может достигнуть 100 °С и выше [16].

Размеры очагов самовозгорания, возникающие и развивающиеся внутри раздавленной краевой части угольного пласта (целика), обычно не превышает 0,2–0,3 м в диаметре. По этой причине количество СО, выделяющегося в вентсбойку, незначительно. В значительном количестве воздуха (до 500 м<sup>3</sup>/мин), выносящим из выработанного пространства лавы метан, концентрация СО находится ниже порога чувствительности используемых аналитических приборов. После изоляции вентсбок возникшие очаги самонагрева с горячим в них углем сохраняются, хотя из-за прекращения поступления воздуха рост температуры в них приостанавливается. После перехода к отработке очередного, нижерасположенного выемочного столба, в возникшие и развившиеся ранее очаги самонагрева угля, вновь начинают поступать утечки воздуха, но уже из вентштрека, по которому подается свежая струя для проветривания нового очистного забоя. В результате поступления воздуха в сохранившиеся очаги с нагретым в них ранее углём, процесс окисления и самонагрева активизируется. Если в каком-либо из находившихся в краевой части межластного целика очагов процесс окисления перейдет в стадию пламенного горения, то огонь выходит на кромку целика, в том числе и в вентсбойку. В вентсбойке от горящего угля воспламеняется метан и в выработанном пространстве действующего очистного забоя происходит взрыв метана. Из-за технологических особенностей выемочных участков, проветриваемых комбинированным способом, очаги самонагрева и

самовозгорания угля, возникающие в краевых частях межлавных целиков, остающиеся в выработанном пространстве, как правило, не обнаруживаются. В результате возникшие в выработанном пространстве очаги самовозгорания угля неожиданно проявляются взрывами метана. Именно не прогнозируемостью происходящих взрывов метана обусловлены их катастрофические последствия, сопровождающиеся групповым производственным травматизмом со смертельным исходом [16].

Возникновение очагов самовозгорания в сближенных подрабатываемых и надрабатываемых пластах вызвано контактом угля с кислородом рудничной атмосферы вследствие проникновения утечек воздуха под воздействием общешахтной депрессии. Возможность поступления утечек воздуха к сближенным пластам необходимо рассматривать индивидуально для каждого конкретного случая, принимая во внимание:

- расположение сближенных пластов относительно друг друга, порядок их отработки;
- образование зон сдвижения вмещающих пород с разрывом их сплошности;
- схемы проветривания выемочных участков и крыла шахтного поля и некоторые другие факторы.

После внезапных газодинамических явлений необходимо принять меры по уборке выброшенного угля и изоляции образовавшейся в угольном пласте полости.

#### **4. Выводы**

Проведенные исследования позволили сделать следующие выводы, касающиеся влияния на эндогенную пожароопасность горнотехнических и горно-геологических факторов:

- при возвратноточных схемах проветривания выемочных участков пластов пологого и наклонного падения все очаги эндогенных пожаров находились в зонах, примыкающих к откаточным и вентиляционным выработкам, где потери отбитого угля максимальные, вследствие проведения концевых операций;
- применяемые в Украине варианты возвратноточных схем проветривания выемочных участков не позволяют эффективно контролировать зарождение очагов самовозгорания угля в выработанном пространстве эксплуатируемой лавы;
- при отработке крутопадающих пластов около 70 % эндогенных пожаров произошло в зонах магазинирования отбитого угля при активном проветривании вентиляционной струей воздуха;
- мощность разрабатываемого пласта и угол его падения не относятся к факторам, непосредственно определяющими условия возникновения очагов самовозгорания в скоплениях угля;
- вероятность возникновения эндогенных пожаров в зонах влияния геологических нарушений увеличивается с ростом амплитуды смещения пласта и концентрации кислорода в утечках воздуха;

– высокие скорости подвигания очистных забоев (200–300 м/мес), при определенных способах подготовки к выемке угольных столбов и схемах проветривания выемочных участков, способствуют возникновению очагов самонагрева и самовозгорания угля в краевой части целиков. В газовых шахтах это приводит к непредсказуемым воспламенению и взрывам метана в выработанном пространстве с катастрофическими последствиями. Этот опыт не отражён в нормативных документах Украины.

Полученные результаты способствуют усовершенствованию нормативной базы безопасной обработки пластов, склонных к самовозгоранию, в том числе и газоносных.

### Литература

1. Pro zatverdzhennia pravyl bezpeky u vuhilnykh shakhtakh (2010). Nakaz Derzh. komitetu Ukrainy z promyslovoi bezpeky, okhorony pratsi ta hirnychoho nahliadu No. 62. 22.03.2010. *Ofitsiinyi visnyk Ukrainy*, 48, 1599. Available at: <https://ips.ligazakon.net/document/view/RE17693>
2. Kuziara, S. V., Drozdnyk, I. D., Kaftan, Iu. S., Dolzhanskaia, Iu. B. (2005). Prognoz i preduprezhdenie samovozgoraniia uglia v plastakh i vzryvov v shakhtakh. *Ugol Ukrainy*, 11, 32–34.
3. Nikolin, V. I., Podkopaev, S. V., Maleev, N. V. (2006). Sklonnost antracitov Donbassa k samovozgoraniiu. *Ugol Ukrainy*, 7, 41–42.
4. Nikolin, V. I., Podkopaev, S. V., KHudolei, O. G., Maleev, N. V. (2011). *Geomekhanicheskie zakonomernosti proiavlenii gornogo davleniia v glubokikh shakhtakh*. Doneck: Donbass, 221.
5. Singh, R. V. K. (2013). Spontaneous Heating and Fire in Coal Mines. *Procedia Engineering*, 62, 78–90. doi: <http://doi.org/10.1016/j.proeng.2013.08.046>
6. Ren, W.-X., Guo, Q., Yang, H.-H. (2018). Analyses and prevention of coal spontaneous combustion risk in gobs of coal mine during withdrawal period. *Geomatics, Natural Hazards and Risk*, 10 (1), 353–367. doi: <http://doi.org/10.1080/19475705.2018.1523237>
7. Grekov, S. P., Zinchenko, I. P., Shaitan, I. A. et. al. (2006). Zavisimost khimicheskoi aktivnosti ugliei ot ostatochnoi ikh gazonosnosti i prodolzhitelnosti okisleniia. *Ugol Ukrainy*, 2, 26–28.
8. Pashkovskii, P. S., Kostenko, V. K., Zaslavskii, V. P., KHorolskii, A. T., Zabolotnii, A. G. et. al. (1997). *KD 12.01.401-96 Endogennye pozhary na ugolnykh shakhtakh Donbassa*. Preduprezhdenie i tushenie. Instrukciia. Izdanie oficialnoe. Doneck: NIIGD, 68.
9. Pashkovskii, P. S., Grekov, S. P., Vsiakii, A. A., Glushenko, K. V. (2016). Metod opredeleniia grupp endogennoi pozharoopasnosti shakhtoplastov. *Ugol Ukrainy*, 4-5, 51–55.
10. *KD 12.01.402-2000. Kerivnytstvo iz zapobihannia i hasinnia endohennykh pozhezh na vuhilnykh shakhtakh Ukrainy* (2000). Zatv. Minpalenerho Ukrainy nak. No. 38. 18.12.2000, 216.
11. Radchenko, V. V., Pletnev, V. A., Chuprina, M. V. et. al. (2001). Vliianie teplovoi depressii na razvitie ochaga samonagrevaniia v deformirovannom plaste.

*Ugol Ukrainy*, 7, 45–47.

12. Grekov, S. P., Zinchenko, I. P. et. al. (2006). Opredelenie kriticheskoi temperatury samovozgoraniia uglei v zonakh geologicheskikh narushenii. *Ugol Ukrainy*, 8, 37–39.

13. Grekov, S. P., Pashkovskii, P. S., Vsiakii, A. A. (2012). Veroiatnost vozniknoveniia endogennykh pozharov v zonakh geologicheskikh narushenii. *Ugol Ukrainy*, 1, 36–38.

14. Voloshin, N. E., Grekov, S. P., Pashkovskii, P. S. (2010). Mekhanizm obrazovaniia ochagov samovozgoraniia uglia v kraevoi chasti ugolnogo plasta. *Ugol Ukrainy*, 10, 28–30.

15. Chumak, A. S. (1973). O razrabotke plastov uglia, sklonnykh k samovozgoraniiu. *Ugol Ukrainy*, 11, 53.

16. Skrickii, V. A. (2017). Prichiny vzryvov metana v vysokoproizvoditelnykh ugolnykh plastakh Kuzbassa. *Innovatika i ekspertiza*, 2 (20), 171–180.

17. Prikaz Federalnoi sluzhby po ekologicheskomu, tekhnologicheskomu i atomnomu nadzoru № 703. 19.10.2007 (2007). Ob utverzhdenii Metodicheskikh ukazanii po razrabotke proektov normativov obrazovaniia otkhodov i limitov na ikh razmeschenie. *Bezopasnost truda v promyshlennosti*, 6, 8–9.

*Annually, dozens of endogenous fires are recorded in Ukrainian mines. To date, mining and geological factors have not been reliably established that contribute to the development of foci of spontaneous combustion of coal in characteristic places (zones) of the mine field. Thus, the object of research is the process of spontaneous combustion of coal from fire hazardous areas (zones) in coal mines. An analysis of the results of the investigation of endogenous fires shows that the areas of spontaneous combustion can be accumulation of losses of chipped coal in the working and developed space of exploited lavas, and the developed space of stopped faces, the edge parts of the array of the developed seam or protective solid blocks of coal. As well as close underworked and overworked seams, treatment and extended mine workings in and out of zones of influence of geological disturbances, accumulation of coal after its sudden release during a gas-dynamic phenomenon and the cavity of this discharge. Ceteris paribus, the factor of the presence of prolonged contact of mine air with the accumulation of chipped coal is a necessary condition for the occurrence of foci of spontaneous combustion. It is shown that with reciprocal schemes for ventilating excavation sections of gently sloping and inclined-fall formations, all fire sources occurred in zones adjacent to recoil or ventilation workings. At the same time, about 70 % of endogenous fires during the development of steeply falling seams occurred near the recoil mine due to the accumulation of large volumes of coal and the supply of a fresh air stream of air to the lava working space. The research results show that the thickness of the developed formation and the angle of its fall do not directly affect the accumulation of broken coal. They can't be the main factors determining the foci of endogenous fires, as is customary in normative documents.*

*The obtained results contribute to the improvement of the regulatory framework for the safe development of formations prone to spontaneous combustion, including gas-bearing ones.*

**Keywords:** *mine air, ventilation mode, geological disturbances, rock pressure, endogenous fire.*

НЕ ЯВЛЯЕТСЯ ПЕРИЗНАНИЕМ