

6
А66

Министерство высшего и среднего специального
образования РСФСР

Тульский политехнический институт

А.Ф.СИМАНКИН

ИССЛЕДОВАНИЕ ГАЗОНАСЫЩЕННОСТИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД
И ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ПРОЦЕСС ГАЗОВЫДЕЛЕНИЙ
ИЗ НИХ (НА ПРИМЕРЕ ШАХТ ПОДМОСКОВНОГО БАССЕЙНА
И ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ДОНБАССА)

Диссертация написана на русском языке

Специальность 05.311 – Подземная разработка
и эксплуатация угольных, рудных и нерудных
месторождений

А в т о р е ф е р а т.
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Тула - 1972

X

Министерство высшего и среднего специального
образования РСФСР

Тульский политехнический институт

А.Ф.СИМАНКИН

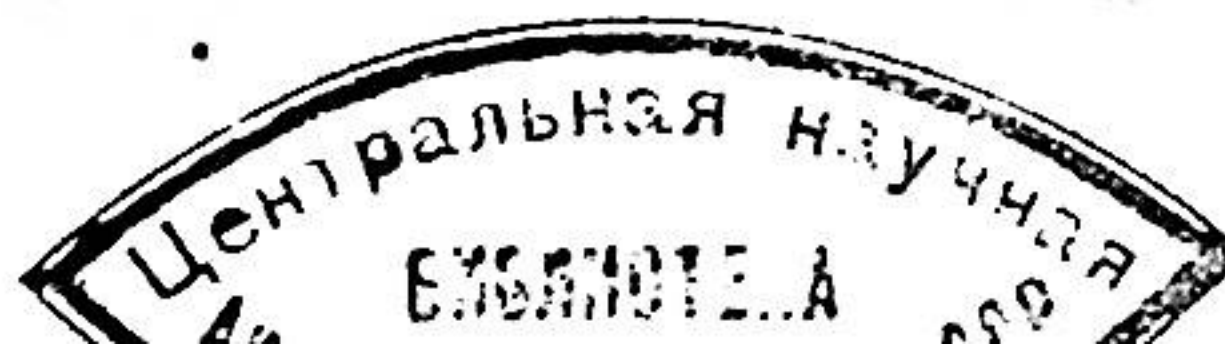
ИССЛЕДОВАНИЕ ГАЗОНАСЫЩЕННОСТИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД
И ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ПРОЦЕСС ГАЗОВЫДЕЛЕНИЙ
ИЗ НИХ (НА ПРИМЕРЕ ШАХТ ПОДМОСКОВНОГО БАСЕЙНА
И ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ДОНБАССА)

Диссертация написана на русском языке

Специальность 05.311 - Подземная разработка
и эксплуатация угольных, рудных и нерудных
месторождений

А в т о р е ф е р а т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Тула - 1972



Директивами ХХІУ съезда предусмотрено увеличение добычи угля до 686-695 млн.т. в год. Интенсификация горных работ приводит к более интенсивному газопоступлению в систему горных выработок.

Основным газовым компонентом во вредных примесях рудничного воздуха для большинства выработок угольных бассейнов является углекислый газ (Подмосковный бассейн, восточная часть Донбасса и др.).

Исследователями установлено, что источниками углекислого выделения в горные выработки являются:

- 1) разрабатываемый угольный пласт;
- 2) выработанные пространства;
- 3) подаемые и шахтные воды;
- 4) вмещающие породы почвы и кровли пласта;
- 5) древесина крепи.

В обводненных шахтах подземные и рудничные воды являются одним из основных источников газопоступления, поэтому необходимо уметь прогнозировать дебит газа из этого источника с тем, чтобы правильно спроектировать вентиляцию шахт.

Воарастающая обводненность участков и шахт на новых месторождениях Подмосковного бассейна и Восточного Донбасса обуславливает значительные водопритоки в горные выработки. Уменьшение коэффициентов фильтрации снижает эффективность водопонижающих скважин в этих районах Подмосковного бассейна. Значительные водопритоки в шахтах восточной части Донбасса обусловлены увеличением числа водоносных горизонтов, увеличением протяженности выработок, более интенсивной трещиноватостью при механизации очистных работ, тектонической нарушенностью месторождения.

К настоящему времени данные по газонасыщенности подземных вод для большинства месторождений отсутствуют. Вопрос о роли га-

зона делений из подземных вод в газовом балансе шахт приобретает большую остроту в связи с тем, что в горной практике имели место случаи удушья рабочих газом, выделившимся из воды.

Целью диссертационной работы является установление природной газонасыщенности подземных вод и выявление факторов, влияющих на процесс выделения газа из них.

Общая методика работы заключается в получении исходных данных по газонасыщенности вод и выполнении теоретических и экспериментальных исследований по растворению газовых смесей, выделению газов при снижении давления и при последующей дегазации вод во время движения их по выработкам.

Экспериментальные работы в естественных условиях проводились на шахтах комбинатов "Тулауголь", "Новомосковскуголь", "Ростовуголь", "Туковуголь" и на участках, разбуриваемых геолого-разведочными экспедициями Волго-Донского территориального геологического управления; лабораторные исследования выполнены на кафедре промышленной аэрологии и охраны труда Тульского политехнического института.

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения и списка литературы.

В первой главе дается краткий анализ главнейших направлений при изучении газонасыщения подземных вод и условий выделения газа из них.

Подземные воды являются объектом, которому уделяется все большее внимание ученых-исследователей. Исследованию газонасыщенности подземных вод в различных районах Советского Союза посвящали свои работы В.И.Вернадский, А.И.Кравцов, В.Н.Корценштейн, Г.Д.Лидин, В.А.Соколов и др.

Работы в области газовой съемки и газового каротажа

(Соколов В.А.) позволили выявить ряд закономерностей, связанных с миграцией газов: было открыто наличие газовых аномалий, установлено ореольно-хроматографическое распределение углеводородов.

В основу гидрогеологических исследований, проводимых В.Н.Корценштейном, положена идея, что особенности нефтяных и газовых залежей обусловлены взаимодействием нефтяных и газовых залежей с подземными водами продуктивных горизонтов.

По данным А.И.Кравцова угленосная толща крупных угольных бассейнов содержит огромные запасы газов, а вода является одним из основных факторов, определяющих перемещение газов и их распределение.

Исследования Г.Д.Лидина, А.И.Кравцова, М.М.Элинсон показали наличие газов в шахтных водах. Была установлена связь типов подземных вод и газовой зональности для Центрального Донбасса и Кузбасса.

Работами многих исследователей доказано, что между растворенными газами и газами в свободном состоянии существует подвижное равновесие. Вопросы о равновесии системы газ - жидкость одинаково интересны и исследователям-химикам, и геологам.

Растворением чистых газов и газовых смесей занимались как отечественные ученые Я.Д.Зельвенский, И.Р.Кричевский, М.Г.Гоникберг, М.Р.Лозовский, Н.И.Хитаров, С.Д.Малинин, Т.А.Мишнина, А.Ю.Намиот и др., так и зарубежные исследователи Уиббе, Гэдди, Праттон, Сэведж, Парри и др. Термодинамические основы фазовых отношений в газо-жидкостных системах разработаны в трудах И.Р.Кричевского. В работе А.Ю.Намиота и М.И.Бондаревой приводятся рассчитанные значения констант равновесия. Большие исследования проведе-

ны в области всаливания и высаливания компонентов из жидкости.

Исследования по растворимости позволяют теоретически рассчитать концентрацию газов в природных условиях.

В литературных источниках почти полностью отсутствуют данные о газовыделениях в момент снижения давления.

В.А.Харламовым получены эмпирические коэффициенты, позволяющие учесть влияние обводненности шахт при предварительном прогнозе углекислородности шахт восточной части Донбасса.

Сведения о влиянии подземных вод на газобильность шахт Подмосковного бассейна вообще отсутствуют.

Основными задачами при выполнении данной работы являлись:

1. Исследование газонасыщенности подземных вод угленосных отложений при различных условиях.
2. Усовершенствование и отработка методики опробования водоносных горизонтов на газонасыщенность.
3. Определение величины выделений CO_2 в результате снижения давления.
4. Установление закономерностей газовыделения из шахтных вод в зависимости от газонасыщения, времени нахождения их в выработке, скорости движения воды, физико-химического состояния сред.
5. Разработка методики расчета газопоступлений из вод.

Во второй главе приводится методика исследовательских работ. При геохимическом опробовании водоносных горизонтов необходимо получить данные по объему и компонентному составу газов в природном растворе, статическим напорам, температуре и качеству вод.

Исследования производились с помощью герметичного проботборника, прочного действия типа ПГ, опускаемого в водоподъем-

ные трубы.

Отличительной особенностью применяемой методики от известных является отдельный сбор извлекаемых газов. Первоначально после замера давления собирались газы, выделившиеся из пробы спонтанно. Оставшиеся газы извлекались посредством термодегазации пробы в самом проботборнике, в остывшей после нагрева воде определялось остаточное содержание углекислого газа.

При опробовании водоносных горизонтов в Подмосковном бассейне испытание горизонтов проботборником не дает желаемого результата. В этих условиях опробование производилось на сливе водопонижающих скважин.

Учитывая малые значения спонтанной доли растворенных газов, применялся метод накопления выделяющихся газов в сосуде Боброва. По средству специального отвода вода подавалась в сосуд, проходя через который отдавала спонтанные газы. Расход протекающей воды замерялся.

Изливающиеся воды термодегазировались.

Полный объем извлеченных газов определялся по сумме объемов спонтанного газа, извлеченного при дегазации и оставшегося в растворе после дегазации.

Для определения газоемкости вод при определенных условиях, сравнения ее с газонасыщенностью, определенной с помощью проботборников, вычисления ошибок на потери газа при извлечении приборов был проведен комплекс лабораторных работ по растворению смеси газов под давлением.

Исследования проводились на установке, собранной в лаборатории Тульского политехнического института. Поддержание постоянного давления осуществлялось маслостанцией путем поджатия порш-

ня цилиндра высокого давления.

Дегазация проб производилась на дегазаторах МакНИИ и МГРИ.

Эксперименты по определению спонтанной доли растворенных газов при снижении давления до атмосферного в лабораторных условиях проводились в системе $\text{CO}_2 - \text{H}_2\text{O} - \text{CaCO}_3$. Время насыщения равнялось 22-26 суткам, в исходной смеси доля углекислого газа изменялась.

Отбор проб воды и газа осуществлялся в специальный сосуд при атмосферном давлении в нем.

При поступлении вод по видимым трещинам и через забивные фильтры определение спонтанных газов производилось методами, аналогичными методам при опробовании на водопонижающих скважинах.

При движении воды по выработкам газоотдача происходит с поверхности воды.

Для выявления закономерностей дегазации рудничных вод и оценки влияния каждого фактора на процесс дегазации проводились исследования по определению углекислотовыделений с поверхности движущихся вод. Методикой предусматривалось протягивание воздуха над поверхностью воды под газосъемным щитком из гибкого и инертного по отношению к углекислому газу материала (полиэтилена, пластикатов и др.).

Выделившийся из воды при протягивании воздуха углекислый газ собирался и осаждался в дрексельных склянках с помощью раствора гидрата окиси бария, подкрашенного фенолфталеином.

Количество выделившейся двуокиси углерода устанавливалось по разности осадкообразования в склянках выходящего и входящего под щиток углекислого газа воздуха.

Коэффициент скорости дегазации определялся по основному уравнению массопередачи.

Для определения доли CO_2 из вод выполнялись продольные (маршрутные) газо-водо-воздушные съемки. Размещение точек замеров по пути следования принято не через определенные интервалы длины пути, а через интервалы времени движения воды.

Контрольные определения коэффициента массопередачи для средних значений признаков естественных условий производились в лаборатории.

Математическая обработка результатов наблюдений выполнялась известными методами математической статистики, в большинстве случаев использован метод наименьших квадратов.

В третьей главе представлены результаты исследований газонасыщенности и газовыделений из подаваемых и шахтных вод в рудничную атмосферу.

На 9 шахтах восточной части Донбасса было опробовано 8 гидрогеологических скважин (22 интервала) и одна скважина, пробуренная из выработок (шахта № 2 им. Артема), а также воды, изливающиеся в выработки.

В подземных водах этого района преимущественно растворены азот, углекислый газ, метан, по отдельным участкам водород.

Газонасыщенность с глубиной по разрезу в общем случае возрастает. Газовый фактор подземных вод при вскрытии тектонических нарушений выше, чем в вод, приуроченных к ненарушенным участкам.

Анализ изменения двуокиси углерода в воде показывает, что концентрация растворенного CO_2 уменьшается до глубины 450-500 м, а затем увеличивается с глубиной.

Для отдельных водоносных горизонтов характерно увеличение концентрации газовых компонентов.

Концентрация азота в подземных водах растет лишь до глубины 500 м, затем уменьшается.

Содержание метана и водорода в общем случае увеличивается с глубиной при значительном разбросе концентраций по отдельным водоносным горизонтам. Метано- и водородопоявления приурочены, в основном, к Каменскому и Гуково-Зверевскому районам.

Замеры давления растворенных газов показывают несколько меньшие значения, чем гидростатическое давление. Это явилось основанием для предположения о возможности утечки газов из прибора при его подъеме из скважины.

Исследования газовыделений в момент снижения давления показали, что газовые компоненты извлекаются неодинаково. Средний процент выделения двуокиси углерода спонтанно составляет 23%, азота - 66%.

По 9 шахтам Подмосковского бассейна было опробовано более 60 скважин. Опробовались упинский, продуктивной свиты, тульский, алексинский и мезозойский водоносные горизонты.

В составе растворенных газов присутствуют углекислота, азот, кислород, метан.

Газонасыщенность подземных вод этого района колеблется от 0,13 до 0,38 м³/м³ воды.

Упругость растворенных газов изменяется от 1,6 до 12,1 ат.

Подземные воды района, до упинских включительно, можно отнести к зоне активного водообмена. Для вод наблюдается слабое нарастание с глубиной общей минерализации, жесткости и газового фактора.

Наибольшие значения спонтанных газов до 0,140 м³/м³ отмечались в тульских известняках. Тульские известняки надежно "упакованы" чередующимися слоями глины и представляют собой изолирован-

ный горизонт с затрудненным водообменом. Из этого следует, что на генерацию газов в воде оказывает значительное влияние время контакта газа и воды.

Низкая температура вод и, как следствие этого, хорошая растворимость газов в сочетании с большой скоростью движения вод препятствуют генерации газов в горизонтах с активным водообменом. Спонтанная доля растворенных газов в этих горизонтах не превышала 0,030 м³/м³.

Анализ концентрации растворенного CO₂ в воде показывает ее увеличение по мере повышения возраста осадконакопления и приуроченность максимальных концентраций двуокиси углерода к горизонту продуктивной свиты.

На основании анализа изменения концентрации углекислого газа и азота биогенного происхождения сделан вывод о природе растворенных газов этого района.

Присутствие углекислого газа в подземных водах этого района обусловлено, в основном, окислением органики углей растворенным кислородом. Процесс накопления газов в водах зависит от времени контакта системы газ - вода и наличия органики, поэтому к горизонтам с затрудненным водообменом (тульские известняки) приурочены максимальные выделения углекислого газа и биогенного азота.

Проводились эксперименты по растворимости смеси газов в воде под давлением. Растворение газовой смеси производилось при температуре 3 - 22°C и давлении до 100 атм. Доля углекислого газа в газовой смеси изменялась от 1,5 до 35%.

Растворимость CO₂ в воде изменяется в широких пределах и зависит от давления газовой смеси, температуры и состава газов. Для условий экспериментов растворимость CO₂ зависит в большей

степени от давления и мольной доли CO₂ в газовой фазе.

По результатам экспериментов вычислены константы равновесия, под которыми понимают отношение мольной доли компонента в газовой фазе (Y_i) к мольной доле этого компонента в жидкой фазе (x_i):

$$m = \frac{Y_i}{x_i}$$

Применение констант равновесия не только упрощает ход расчета, но и позволяет определить коэффициент потерь растворенного газа при подъеме глубинной пробы или отборе проб с вышерасположенных по отношению к водоносному горизонту отметок.

Коэффициент потерь определяется по формуле

$$\xi = \frac{x_p}{x_f} = \frac{m_f}{m_p}$$

где x_f - фактически измеренное содержание компонента в растворе, моль/л;

x_p - мольная доля растворенного компонента, рассчитанная по измеренным величинам гидростатического давления и температуры;

m_f, m_p - константы равновесия для фактических и расчетных условий.

Среднее значение коэффициента потерь для условий восточной части Донбасса равно 1,62 при колебаниях от 1,2 до 2,25.

Углекислый газ в воде находится в трех видах: свободном (CO₂), полусвязанном (HCO₃⁻) и связанном (CO₃⁻²).

Вследствие того, что часть компонента (CO₂) в жидкости переходит в полусвязанное и связанное состояние, спонтанная доля CO₂ в растворе в системе CaCO₃ - CO₂ - H₂O будет несколько ниже, чем в системе CO₂ - H₂O.

В результате экспериментов по снижению давления в системе

до атмосферного была получена зависимость спонтанной доли двуокиси углерода от давления газа над водой и мольной доли CO₂ в газовой фазе:

$$a_{CO_2}^{cn} = 3,0,69 \text{ exp} [0,014P + 0,67 Y_{CO_2}] \%$$

где a_{CO₂}^{cn} - спонтанная доля растворенного CO₂, %;

P - давление газа под водой, ат;

Y - мольная доля CO₂ в газе над водой.

Статистический анализ показал значимость уравнения, Коэффициент множественной корреляции равен 0,71±0,08.

По полученному уравнению было проведено сравнение величины спонтанных частей двуокиси углерода по гидрогеологическим скважинам с лабораторными наблюдениями.

Фактически измеренные значения спонтанных частей CO₂ разнятся от результатов исследований в лабораторных условиях в среднем на -41,5%. При введении поправок на потерю газа в процессе подъема пробоотборников средние отклонения расчетных и фактических значений составили +13,6%.

Проведенный анализ содержания ионов HCO₃ в воде показал, что с увеличением мольной доли двуокиси углерода в газовой фазе концентрация ионов HCO₃ увеличивается.

Результаты наблюдений хорошо аппроксимируются кривой вида

$$\bar{C}_{HCO_3} = 9,64 Y^{0,45} \text{ мг-экв/л,}$$

где C_{HCO₃} - концентрация ионов HCO₃ в растворе, мг-экв/л,

Y - концентрация CO₂ в газовой фазе, %.

Зависимость концентрации HCO₃ от мольной доли двуокиси углерода в газе над водой в водоносном горизонте позволяет решать обратную задачу по определению мольной доли углекислого газа в газовой фазе водоносных горизонтов по результатам химического

анализа воды.

Кроме углекислого газа рудничный воздух обогащается другими газами (метан, азот, водород), выделяющимися из различных источников и в том числе из подземных вод.

Основная доля растворенного азота выделяется в момент снижения давления: по данным гидрогеологических наблюдений 51,8-78,3%, по лабораторным экспериментам 88,8-96%. Более высокие значения спонтанной доли азота в лабораторных условиях подтверждают наличие утечек газа из пробоборников и свидетельствуют, что рассчитанное значение коэффициента утечек близко к истинному.

Таким образом, газовыделения из подземных вод будут происходить не только в момент выхода вод в выработки (спонтанная часть растворенных газов), но и при дальнейшем движении воды по выработкам.

Излившиеся в горные выработки воды, несмотря на то, что часть газа выделилась спонтанно, содержат в себе еще достаточно большое количество газов в растворенном состоянии. Исследования, проведенные кафедрой промышленной аэрологии и охраны труда Тульского политехнического института на шахтах Восточного Донбасса, показали, что для большинства обводненных выработок углекислотовыделения из вод составляют 20-30%, а для шахт - 10-15%.

Проведенные в 1968-1970 гг. газо-водо-воздушные съемки подтвердили ранее полученные результаты.

Аналогичные исследования в районе Подмосковского бассейна позволили установить, что доля углекислотовыделения из шахтных вод для отдельных выработок несколько выше, чем в восточной части Донбасса, а для шахт в целом находится на том же уровне.

Дегазация воды происходит под действием следующих факторов:

- 1) времени контакта системы вода - воздух;
- 2) разности концентраций газа в воде и воздухе;
- 3) окисления сульфидов и разложения бикарбонатов;
- 4) увеличивающейся минерализации шахтных вод.

По результатам газо-водо-воздушных съемок для обводненных выработок шахт строились гидрохимические профили. Зависимость изменения концентрации CO_2 в шахтных водах от времени движения интерпретировалась на фоне изменения химического состава воды. Химический состав воды изображался по методу "узоров" Стиффа.

Зависимость изменения концентрации растворенного углекислого газа от времени контакта системы газ - воздух описывается уравнением

$$C_{\tau} = C_0 \exp(-k\tau),$$

где C_0, C_{τ} - начальная и в момент τ концентрация CO_2 в воде, $м^3/м^3$;

τ - время движения воды, час;

k - коэффициент пропорциональности, $м/час$.

Коэффициент пропорциональности (массопередачи) определялся из уравнения массопередачи по фактически измеренным значениям площади газосъемного щитка, концентрации CO_2 в воде на месте продувки и количеству CO_2 , выделившегося из воды и собранного в дрексельных склянках в виде осадка $CaCO_3$.

На величину коэффициента массопередачи, ускоряя или замедляя процесс, оказывают влияние концентрация углекислоты в растворе, температура воды, скорость движения и ширина потока, барометрическое давление воздуха.

Функция коэффициента массопередачи в зависимости от условий движения и дегазации аппроксимировалась полиномом первой степени:

$$K = 9,975 - 0,011t + 2,37C + 2,7V + 3,32b - 0,014P \text{ м/час,}$$

- где t - температура воды, °C;
 C - концентрация углекислоты в растворе, м³/м³;
 V - скорость движения воды, м/сек;
 b - ширина водоотливной канавы, м;
 P - барометрическое давление, мм рт.ст.

Для условий Подмосквовного бассейна колебания коэффициента массопередачи незначительны, и в среднем он равен 0,372 м/час.

Значения K , определенные в лабораторных условиях для средних значений признаков, сравнивались с рассчитанным по формуле и фактически измеренными в естественных условиях. Сравнение показало хорошую сходимость.

Глава IV посвящена методике расчета газовыделений из подземных и шахтных вод.

В случае отсутствия данных по газонасыщенности подземных вод предварительный прогноз газовыделений из вод может быть осуществлен по данным химического анализа вод по горизонтали.

Мольная доля основных газовых компонентов в свободной фазе определяется по формулам

$$Y_{CO_2} = 6 \cdot 10^{-5} C_{HCO_3}^{2.2}; \quad Y_{N_2} = 1,0 - Y_{CO_2},$$

- где Y_i - мольная доля компонента в свободной фазе;
 C_{HCO_3} - концентрация иона HCO_3 в воде, мг-экв/л.

Мольная доля компонентов в жидкой фазе

$$x_{CO_2} = \frac{Y_{CO_2}}{m_{CO_2}} \quad x_{N_2} = \frac{Y_{N_2}}{m_{N_2}},$$

- где x_i - мольная доля компонента в растворе;
 m_i - константа равновесия компонента при температуре воды и гидростатическом давлении P .

Спонтанная доля двуокиси углерода $C_{CO_2}^{cn}$ определяется по

выражению

$$C_{CO_2}^{cn} = [0,307 \exp(0,014P + 0,67Y_{CO_2})] x_{CO_2}$$

Методика дифференцированного прогноза газовыделений из подземных вод предусматривает расчет газопоступлений из вод в отдельные выработки и суммирование дебита газа из вод по всей шахте.

Газовыделения в очистные выработки определяем

$$\sum J_{ab} = C_i^{cn} \cdot L \quad \text{м}^3/\text{час,}$$

- где J_{ab} - количество i компонента, выделяющегося из воды в момент выхода последней в очистную выработку, м³/час;

C_i^{cn} - количество компонента, выделяющегося из единицы объема воды спонтанно, м³/м³;

L - водоприток из горизонта, м³/час.

Газовыделения в участковые подготовительные и транспортные выработки определяются по формуле

$$J_{CO_2} = \sum C_{CO_2}^{cn} L + k \cdot F \cdot \Delta C_{cp} \cdot \delta,$$

- где $C_{CO_2}^{cn}$ - количество углекислоты, выделившейся из вод спонтанно, м³/час;

F - площадь зеркала воды, равная произведению длины обводненной выработки на среднюю ширину канавы или площади водосборников, м²;

δ - коэффициент, учитывающий падение барометрического давления;

k - коэффициент массопередачи, м/час;

ΔC_{cp} - средняя движущая сила массопередачи, м³/м³:

$$\Delta C_{cp} = \frac{C_{нач} - C_{кон}}{\ln \frac{C_{нач}}{C_{кон}}}$$

где $C_{нач}, C_{кон}$ - концентрация CO_2 в растворе в начале и конце выработки.

Для вновь проектируемых шахт и горизонтов $C_{кон}$ определяется из уравнения

$$C_{кон} = C_{нач} e^{-kT};$$

T - время движения воды по выработке, час.

Дебит других вредных газов определяем

$$\sum J = 24 C_i L \quad \text{м}^3/\text{сут},$$

где C_i - концентрация компонентов в воде горизонта по данным геологоразведочных организаций.

Количество углекислоты, поступающей из воды в систему главных транспортных выработок, равно

$$J_{г.в} = 24 \cdot k \cdot F \cdot \Delta C_{ср}.$$

Для условий восточной части Донбасса $K = 0,459$ м/час;

для Подмосковного бассейна $K = 0,372$ м/час.

Дебит газа из подземных и шахтных вод по шахте в целом равен

$$J_{вог} = \sum J_{г.в} + \sum J_{ср, гр} + \sum J_{г.в}.$$

Газовыделения по шахте определяются суммированием газовыделений из других источников:

$$J_{ш} = J_{вог} + J_{гр}.$$

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ.

I. Газонасыщенность подземных вод для условий восточной части Донбасса колеблется от 0,13 до 1,1 м³/м³, для Подмосковного бассейна - от 0,13 до 0,38 м³/м³ воды.

Растворенные газы представлены двуокисью углерода, азотом, метаном и водородом. В составе растворенных газов вод Восточно-

го Донбасса преобладают азот и углекислый газ, Подмосковного бассейна - углекислый газ и азот.

2. Уточнена методика опробования водоносных горизонтов по глубоким гидрогеологическим скважинам. Для условий Подмосковного бассейна разработана методика геохимического опробования по водопонижающим скважинам.

3. Исследована растворимость смеси газов в воде под давлением применительно к условиям Восточного Донбасса. По результатам экспериментов рассчитаны константы равновесия и определены коэффициенты потерь газа при подъеме пробоборников.

4. Выявлена зависимость выделений углекислого газа от начального давления и состава газов.

5. Определены и оценены количественно факторы, влияющие на газоотдачу.

Частичная дегазация происходит уже в момент выхода вод в горные выработки. Дальнейшая дегазация происходит под действием времени нахождения воды в шахте, физико-химических свойств среды и геометрических и динамических параметров потока.

6. Получена зависимость концентрации иона HCO_3 от мольной доли двуокиси углерода в свободной фазе, что позволяет использовать материал по химизму вод для предварительного прогноза газонасыщенности и оценки газовыделений из подземных вод на участках и шахтах, где не проводились специальные исследования по опробованию газонасыщения подземных вод.

7. Разработана методика расчета газовыделений из подземных и шахтных вод. Рассчитанные величины газовыделений имеют высокую сходимость с фактическими значениями.

Основные положения диссертации докладывались

на конференциях профессорско-преподавательского состава ТПИ, г.Тула, 1968-1972 гг.; на конференции молодых ученых Украины, г.Макеевка, 1970 г.; на Всесоюзной конференции выпускников горного факультета Тульского политехнического института, г.Тула, 1970 г.; на Всесоюзном совещании по прогнозу углекислотообильности шахт, г.Новомосковск, 1970 г.

Основное содержание диссертации опубликовано в следующих работах:

1. Симанкин А.Ф., Сулла М.Б. Исследование химического состава подземных вод Восточного Донбасса. - "Техника безопасности и горноспасательное дело", 1969, № 10.

2. Симанкин А.Ф. К вопросу о методике исследования газонасыщенности подземных вод Восточного Донбасса. - Тезисы докладов на Всесоюзной конференции молодых ученых, посвященной 100-летию со дня рождения В.И.Ленина. Макеевка-Донбасс, 1970.

3. Сулла М.Б., Симанкин А.Ф., Фихтман С.А. Выделение газа из вод при их движении по горным выработкам. Инф.карта № 250, серия 18, 1970.

4. Соколов Э.М., Симанкин А.Ф. Исследование выделения углекислого газа в горные выработки из подземных вод. - Сб.: Технический прогресс в горной промышленности. Тула, 1971.

5. Соколов Э.М., Симанкин А.Ф. О методике геохимического опробования подземных вод на водопонижительных скважинах Подмосквовного бассейна. Инф.карта № 36, серия 14, 1971.