

УДК 556.1

ПОВЕРХНОСТНЫЙ СТОК В ФОРМИРОВАНИИ ВОДОПРИТОКОВ ПРИ ОТКРЫТОЙ РАЗРАБОТКЕ БАЧАТСКОГО УГОЛЬНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

К.И. Кузеванов, Я.Е. Петровская

Томский политехнический университет

E-mail: gige_ignd@mail.ru

Приведены результаты оценки поверхностного стока в общем составе водопритоков Бачатского угольного разреза Кемеровской области. Выделены локальные поверхностные водосборные бассейны. Проанализирована структура водопритоков, установлено, что ведущая роль в их формировании принадлежит атмосферным осадкам, поступающим непосредственно на площадь карьера. Другие источники общего водного притока имеют подчинённое значение.

Введение

В настоящее время для разработки угольных месторождений широко используется открытый способ. Его применение является достаточно эффективным и экономически выгодным при небольшой глубине продуктивных пластов и их значительной мощности. Для производства вскрышных работ часто применяется способ гидромеханизации, требующий использования значительных ресурсов поверхностных вод. Разработка угольных месторождений открытым способом приводит к существенному изменению экологической обстановки, которое проявляется в техногенном воздействии на все компоненты геологической среды. Наиболее интенсивному воздействию подвергаются водные ресурсы, что приводит к перераспределению поверхностного и подземного стока, оказывая влияние не только на условия формирования водопритоков в карьеры, но и на речной сток водотоков первых порядков. Эксплуатация карьеров приводит к нарушению естественных ландшафтов и влияет на качественный состав природных вод. Бассейны поверхностного стока наиболее крупных рек показаны на рис. 1.

Основные природные факторы, влияющие на водопритоки в систему горных выработок, связаны с географо-климатическими условиями и геологическим строением месторождений, характером и особенностями залегания пород, типом гидрогеологической структуры, гидродинамическим режимом на границах водоносных комплексов и взаимосвязью между водоносными горизонтами. Помимо этого на величину водопритоков в выработки существенное влияние оказывает система и интенсивность отработки месторождений, наличие поверхностных водотоков и водоёмов вблизи месторождений, которые могут оказаться источниками повышенной обводнённости месторождения. В свою очередь поверхностный сток является значительной частью общего водопритока в открытые горные выработки. В общем случае он складывается из поверхностного стока в границах локального водосборного бассейна и суммы атмосферных осадков в жидком и твёрдом видах, поступающих на площади карьерного поля. В период весеннего сне-

готаяния поверхностный сток на возвышенных водораздельных пространствах способен формировать большую часть притоков воды в карьер [1].

Актуальность исследований условий поверхностного стока определяется необходимостью рационального использования водных ресурсов с целью минимизации техногенного воздействия на элементы гидросферы промышленно развитого района, для которого остро стоит вопрос сохранения качества источников питьевого водоснабжения.



Рис. 1. Границы бассейнов поверхностного стока на территории Кемеровской области

Задачей исследования является оценка вклада поверхностного стока в общий водоприток карьера «Бачатского угольного разреза». В основу работы положены производственные материалы непосредственных замеров расходов в створах выпусков карьерного водоотлива.

Характеристика условий отработки угольного месторождения

«Бачатский угольный разрез» — самый крупный разрез в Кузбассе. Производственная мощность разреза по добыче угля составляет 7,3 млн т, фактическая годовая добыча превышает 8 млн т. Промышленные запасы Бачатского каменноугольного месторождения по состоянию на 01.01.2005 г. составляют 323,8 млн т.

Горный отвод филиала ОАО «УК «Кузбассразрезуголь» «Бачатский угольный разрез» расположен в пределах Бачатского месторождения в северо-западной части Кузнецкого бассейна (рис. 1). По административному положению карьерное поле находится на территории Беловского и Гурьевского районов Кемеровской области. Ближайшим промышленным центром является г. Белово, удалённый на 30 км к востоку от месторождения.

По территориальному делению площадь Бачатского месторождения входит в черту земель Беловского и частично Гурьевского районов Кемеровской области. Естественными границами собственно Бачатского месторождения являются долины рек М. Бачат на северо-западе и Б. Бачат на юго-востоке (рис. 2).

Рельеф поверхности Бачатского угольного месторождения и в поля Бачатского угольного разреза носит типичный эрозионный характер. Формы рельефа отдельных участков района теснейшим образом связаны с геологической структурой последних. Эта связь обуславливается различной сопротивляемостью развитых здесь горных пород агентам выветривания. Расчленённость рельефа способствует формированию активного поверхностного стока.

Климатические условия района характеризуются резко континентальным климатом. По среднегодовым данным максимум температуры воздуха отмечен в июле $+37^{\circ}\text{C}$, а её минимум -51°C зафиксирован в январе. Величина снегового покрова в пониженных формах рельефа превышает нередко 1...2 м. Промерзание почвы на открытых местах достигает 1,6...2 м.

Равнинный незалесённый рельеф способствует накоплению значительных масс снега в карьере, который после весеннего таяния приводит к сильному увлажнению горных пород в приповерхностной части геологического разреза. В теплые месяцы выпадает большая часть годовых осадков, что составляет 250...300 мм.

Гидрографическая сеть района представлена системой р. Бачат, одного из наиболее крупных притоков р. Ини, и руч. Салаирка.

Река Бачат в своем верхнем течении разделяется на два примерно равновеликих водотока — р. Б. Бачат, протекающую в 250 м от южной границы поля разреза, и р. М. Бачат, русло которой пролегает в 500 м от его северо-западной границы (рис. 2). Реки берут начало на северо-восточном склоне Салаира и пересекают: первая — северную оконечность, а вторая — южную окраину угленосной полосы Ба-

чатского месторождения угля. Максимальные расходы обеих рек наблюдаются в течение апреля месяца и составляют 40...50 м³/с, а минимальные замедляются в июле-августе и не превышают 1...3 м³/с.

Карьерное поле участка «Бачатский угольный разрез» полностью располагается в пределах Бачатского месторождения каменных углей. Гидрогеологические условия месторождения контролируются геологическим строением, геоморфологическим положением, тектонической нарушенностью горных пород, интенсивностью процессов выветривания и характеризуются как относительно простые. Питание и условия разгрузки подземных вод тесно связаны с интенсивностью атмосферных осадков и особенностями поверхностного стока.

В гидрогеологическом отношении наиболее водообильным является водоносный комплекс аллювиальных отложений р. М. Бачат. Аллювиальные отложения представлены глинисто-суглинистыми образованиями, супесями, песками и галечниками, суммарной мощностью 12...15 м. Мощность песчано-галечникового горизонта изменяется от 2 до 8 м. Уровень грунтовых вод залегает на глубине 4 м. Фильтрационные параметры водовмещающих пород сильно изменчивы, коэффициент фильтрации имеет значительный разброс от 6,7 до 52,5 м/сут. Водоносный комплекс используется весьма ограниченным распространением по площади и не выходит за границы речных долин. Несмотря на повышенную водообильность водовмещающих пород, он не может оказать существенного влияния на интенсификацию водопритоков.

Утвержденным техническим проектом осушение поля разреза предусматривается открытым водоотливом при помощи водоотливных установок. По существующей схеме водоотвода сброс карьерных вод через систему отстойников после их механической очистки осуществляется в реки М. Бачат и Б. Бачат. Карьерные воды с центрального и северного блоков разреза поступают через выпуск № 1 в русло р. М. Бачат. Водоотлив с южного блока поля разреза через выпуск № 2 направляется в р. Б. Бачат. Выпуск № 3 представляет собой дренажные воды плотины Бековского гидроотвала. Искусственное водохранилище находится в верхней части водосборной площади руч. Салаирка. Дренажные воды через тело плотины гидроотвала отводятся по руслу руч. Салаирка в р. М. Бачат (рис. 2).

Карьерные воды выпуска № 1 складываются из притоков воды в северный и центральный блоки разреза. Суммарный среднегодовой приток составляет 300...350 м³/ч. С площади отдельных горных участков вода направляется по нагорной канаве на восточном борту разреза протяженностью 3000 м до отстойника. Затем из отстойника по открытой канаве длиной 1500 м до реки.

Отвод карьерных вод к выпуску № 2 осуществляется перекачиванием из отстойника — старой затопленной выработки разреза «Шестаки», расположенной на восточном борту разреза в южной его части. Сброс воды из этого отстойника регулирует-

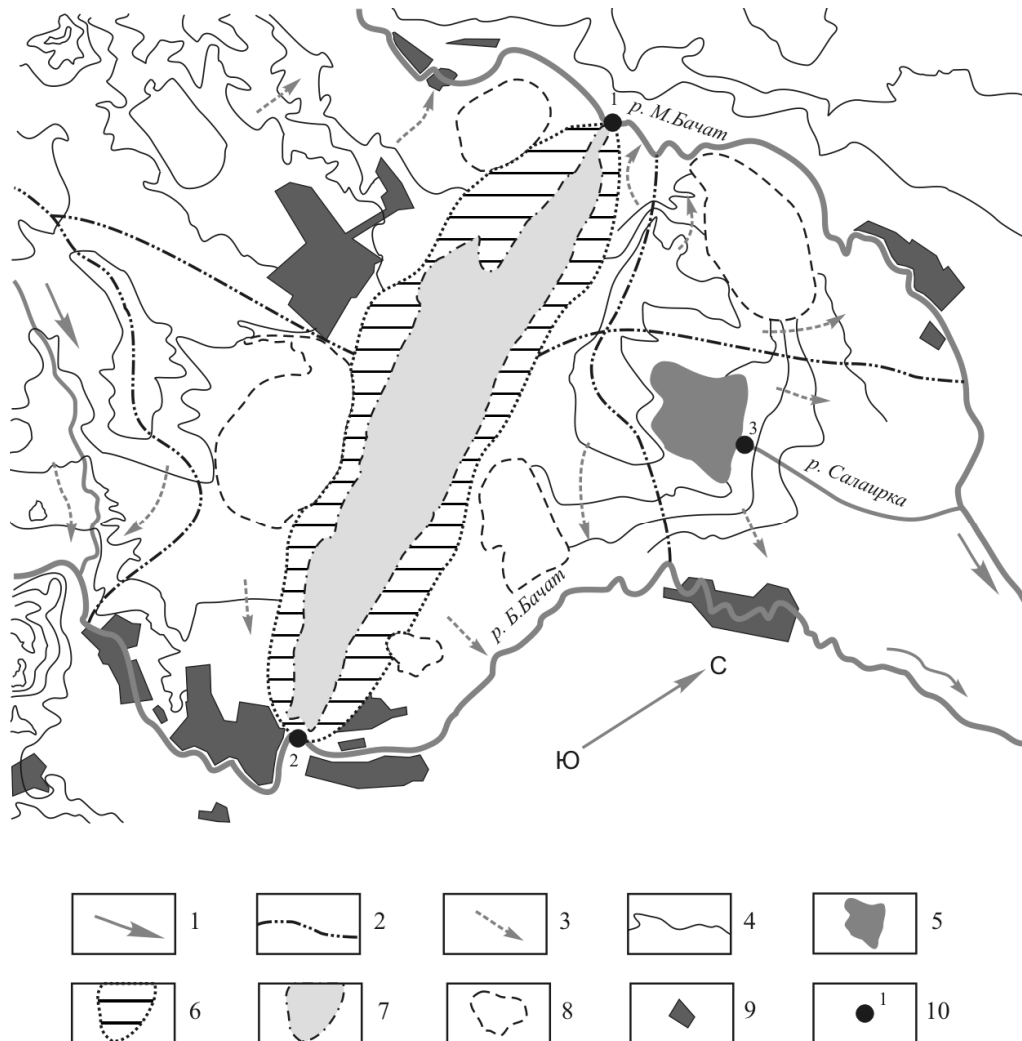


Рис. 2. Схема формирования поверхностного стока: 1) направление течения рек; 2) линии водоразделов; 3) направление поверхностного стока; 4) горизонталь рельефа; 5) гидроотвал; 6) локальный водосбор карьера; 7) карьерное поле; 8) отвалы горных пород; 9) участки жилой застройки; 10) выпуск карьерного водоотлива и его номер

ся горно-геологическими условиями производства горных работ южного блока разреза. Существующая схема водоотлива предусматривает использование напорного трубопровода для наполнения отстойника «Шестаки» и по мере его накопления сброса карьерных вод в р. Б. Бачат по трубопроводу диаметром 500 мм протяженностью 750 м.

Работа выпуска № 3 связана с отводом дренажных вод Бековского гидроотвала. Дреназируемая вода в виде ручья из-под тела дамбы гидроотвала течет в лог, представленный бывшим естественным руслом руч. Салаирка и далее попадает в р. М. Бачат. Расход воды в створе выпуска определяется расчетным методом по формуле равномерного движения жидкости в естественных руслах с измерением скорости течения воды при помощи гидрометрического поверхностного поплавка.

По фактическим замерам приток составляет от 3 до 7 м³/ч (30...60 тыс. м³/год). Все выпуски расположены за пределами границ населенных пунктов и мест водопользования населения.

Оценка поверхностного стока

Методика исследования поверхностного стока заключалась в сборе, систематизации и анализе данных о количестве атмосферных осадков, их распределении по площади водосбора с использованием ГИС-технологий. Для определения доли поверхностного стока в составе водопритоков оценивалась интенсивность поверхностного стока в границах водосборной площади угольного разреза и сопоставлялась с величиной общего водопритока в карьер. Особенностью угольного месторождения является его приуроченность к возвышенному участку водораздела. Схема формирования поверхностного стока (рис. 2) показывает, что в пределах междуречья рр. М. Бачат, Б. Бачат выделяется несколько локальных водосборных бассейнов водотоков и самого карьера. Границами бассейнов служат выраженные в рельефе водораздельные линии. Большая часть поверхностного стока транзитным потоком поступает в водотоки за пределами открытой горной выработки.

Водоприток в карьер осуществляется за счет перехвата части поверхностного и подземного стока. Безрусловой поверхностный сток типа плоскостного смыва формируется на наклонной поверхности рельефа при движении воды по склону со скоростью, препятствующей инфильтрации атмосферных осадков в грунт. Усилению интенсивности инфильтрации могут способствовать отрицательные формы рельефа, включая понижения искусственного происхождения [2].

Размеры локального водосборного бассейна карьера и площади самого углеразреза являются основными параметрами, определяющими расчётные характеристики объема поверхностного стока, попадающего в пределы открытой горной выработки.

Основная работа по оценке поверхностного стока в горную выработку выполнялась в три этапа, которые включали: предварительное обобщение материалов многолетних метеонаблюдений; выделение площадей водосборных бассейнов, оценку объемов поверхностного стока в границах локального водосбора карьера и площади угольного разреза.

Анализ динамики атмосферных осадков осуществлялся на основе обработки базы данных, полученной из сети Internet [4]. В ней представлены наблюдения за продолжительный временной период с 1959 по 1995 гг. Была обработана информация о ежесуточных замерах температуры воздуха и количестве атмосферных осадков (рис. 3, 4) с использованием инструмента сводных таблиц табличного процессора Excel программного комплекса MS Office. Анализ многолетнего изменения суммы годовых осадков показывает отсутствие устойчивых тенденций за 36-летний период наблюдений. Об этом свидетельствует строго горизонтальное положение линии линейного тренда на графике многолетней изменчивости годовой суммы атмосферных осадков (рис. 4). Незаконмерные колебания этой величины фиксируются в пределах от 280 до 610 мм в зависимости от водности года, что определяет изменчивость величины суммарного водопритока в карьер. Среднемноголетнее количество атмосферных осадков составляет 421,7 мм, при этом средняя сумма осадков в зимний период равна 164,1 мм, а в

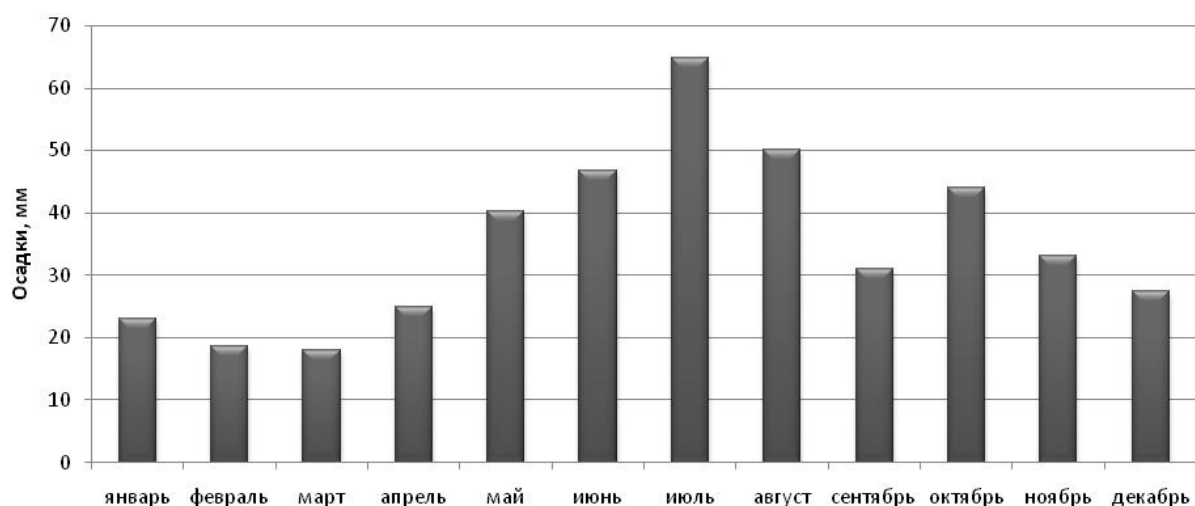


Рис. 3. Внутригодовое распределение атмосферных осадков по данным за период 1959–1995 гг.

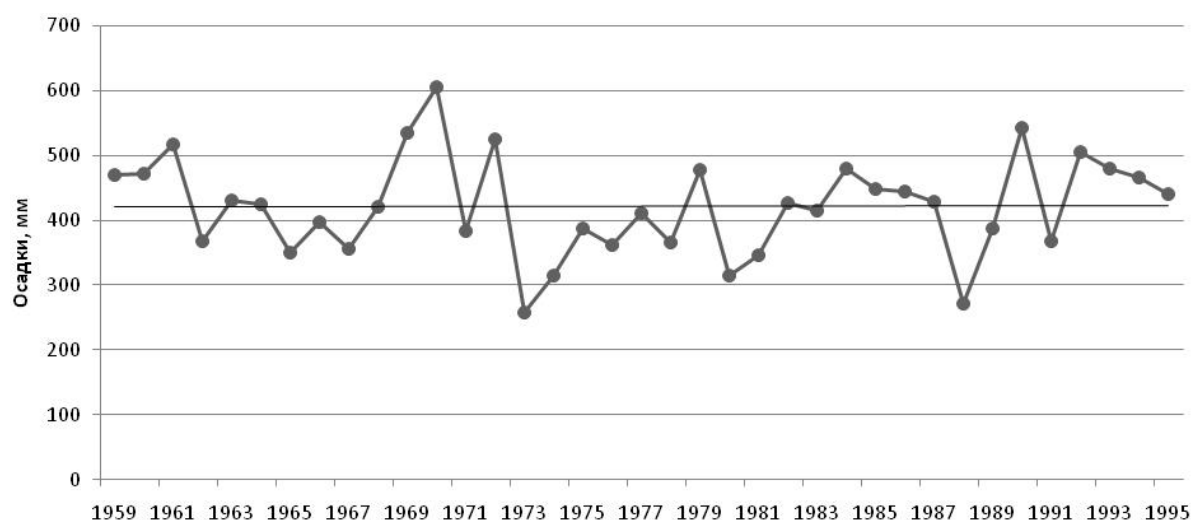


Рис. 4. Многолетняя изменчивость годовой суммы атмосферных осадков

весенне-летние сезоны увеличивается до 257,6 мм (рис. 4). На теплый период года приходится 61 % от общей суммы атмосферных осадков [4].

Для оценки поверхностной составляющей суммарного водопритока необходимо оценить площадь карьера и локального водосборного бассейна, формирующего поверхностный сток в пределы открытой горной выработки. Оценка площади карьера с учетом его сложной формы в плане даёт величину 12,8 млн м². В пределах карьерного поля непосредственно на забой поступает различное количество атмосферных осадков в зависимости от водности года: в маловодный (1973) — 258 мм; в многоводный (1970) — 606 мм; за среднестатистический — 421,7 мм. Оценка водопритоков за счёт непосредственного поступления атмосферных осадков на забой карьера с учётом водности года составляет соответственно: 3302, 4; 7756, 8; 5397, 7 тыс. м³/год.

Анализ структуры водопритоков в карьер по данным непосредственных замеров расхода на одном из водоотливных участков, и сопоставление их с результатами расчётов показывает, что доля поверхностного стока от общего водопритока в карьер составляет приблизительно 75 %.

Для более точного определения объемов поверхностного стока в карьер необходимо учитывать не только осадки, выпавшие непосредственно на площадь разреза, но и сток, формирующийся в границах водосборной площади карьера. Поэтому принципиально важным является оценка размеров водосборной площади, на которой формируется весь поверхностный сток.

Границами водосборов выступают локальные водоразделы соседних поверхностных водных объектов. Водораздел в рельефе представляет собой линию, проходящую по наивысшим точкам земной поверхности, расположенной между водосборами.

Общая схема движения поверхностных вод относительно главных водоразделов подчиняется общему региональному уклону рельефа земной поверхности [3] и имеет сложный структурный план. Пространственная ориентация карьера по отношению к главному направлению уклонов поверхности минимизирует перехват стока, основная часть которого протекает, не попадая в карьер (рис. 2).

Особенностью участка является расположение его на возвышенной части междуречного массива, то есть в области питания подземных вод. В условиях безнапорных водоносных горизонтов, граница

области питания определяется рельефом дневной поверхности и совпадает с областью распространения безнапорных водоносных горизонтов в пределах локальных бассейнов поверхностного стока.

Общая водосборная площадь поверхностного стока составляет 15 млн м², в пределах которой большая часть приходится на карьерное поле (12,8 млн м²). Таким образом на долю локального водосбора карьера приходится только 2,2 млн м², что позволяет оценить величину дополнительного поступления поверхностного стока с площади водосборного бассейна как незначительную. За год средней водности за счёт этой части водного баланса в карьер поступает 927,7 тыс. м³ поверхностных вод, что составляет 15 % от общей величины поверхностного стока [2].

Выводы

Результаты выполненных расчётов показывают, что большая часть водопритоков в Бачатский карьер Кемеровской области осуществляется за счёт поступления атмосферных осадков непосредственно на площадь открытой горной выработки. Малая доля подземного стока в суммарном водоотливе объясняется расположением горных работ на возвышенном междуречье рек М. Бачат и Б. Бачат в области питания подземных вод. Уменьшению водопритока способствуют геолого-структурные особенности месторождения. Основная угленосная структура имеет вытянутую форму и ориентирована по линиям поверхностного стока.

Горные работы перехватывают фронт подземного стока минимальной ширины, не превышающей 900 м при протяжённости до 16 км. Поэтому отводу поверхностного стока должно быть уделено пристальное внимание. Необходимо следить за техническим состоянием поверхностного дренажа — нагорных канав. Требуется их своевременная чистка от заиливания и оперативный ремонт, особенно в весеннее время, когда активность поверхностного стока максимальна.

Объемы замеренного водопритока согласуются с расчетными величинами, полученными на основе прогнозного расчета для всей площади месторождения. Расчет выполнен для условий различной степени водности. Она оценивалась по годовой сумме осадков.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ, проект № 07-05-1365 офи_ц.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бабушкин В.Д. и др. Изучение гидрогеологических и инженерно-геологических условий при разведке и освоении месторождений твердых полезных ископаемых. — М.: Недра, 1969. — 408 с.
2. Чеботарёв Н.П. Учение о стоке. — М.: Изд-во МГУ, 1962. — 406 с.
3. Шестаков В.М., Поздняков С.П. Геогидрология. — М.: ИКЦ «Академкнига», 2003. — 176 с.
4. Данные суточного разрешения по температуре воздуха и количеству атмосферных осадков. http://www.meteo.ru/home_rus.htm, 2006. — 656 с.

Поступила 20.12.2007 г.