УДК 551.49

С.Н.ТАГИЛЬЦЕВ, Т.Н.КИБАНОВА
Уральская государственная горно-геологическая академия

ГИДРОГЕОМЕХАНИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ТЕКТОНИКИ И РЕЛЬЕФА КАРБОНАТНОГО МАССИВА

Рассматривается возможность применения гидрогеомеханического анализа для установления водоносных зон и неоднородности карбонатных пород на примере массива известняков в районе пос. Билимбай на Среднем Урале. На основе гидрогеомеханического анализа установлены главные направления максимальных напряжений по характеру трещиноватости известняков. Широко использован анализ линиаментов гидрографической сети малых и больших рек региона для выявления структурно-тектонических особенностей рассматриваемой территории. Отмечено, что при развитии карстовых процессов только на начальной стадии ориентировка тектонических напряжений имеет определяющее значение. Подчеркивается, что развитие карста происходит по тектоническим нарушениям, имеющим сдвиговой характер.

In the paper an opportunity of application of the hydrogeomechanical analysis to establish water bearing zones and heterogeneity of calcareous rocks as an example of the limestone massif near Bilimbay(the Middle Urals) is considered. On the basis of the hydrogeomechanical analysis the main streams of maximal pressure according to the character of limestone fracturing have been established. The analysis of the hydrographic network lineaments of small and big rivers of the region for revealing structural and tectonic features of the considered territory has been widely used. It has been noted that in the course of development of karstic processes orientation of tectonic pressure has determining value only at the initial stage. It is emphasized, that the development of karst takes place due to tectonic failures, having a shift character.

Целью гидрогеомеханического анализа в условиях карбонатных пород является выявление водоносных зон и определение взаимосвязи между тектоникой, карстом и фильтрационными свойствами карбонатных массивов. Гидрогеомеханический анализ включает определение ориентировки главных максимальных напряжений σ_1, выявление типа, кинематики и реологии преобладающих тектонических нарушений, оценку связи линиаментов рельефа и тектоники, выделение активных линиаментов в поле современных напряжений, анализ строения разломных и приразломных зон.

Массив известняков в районе пос. Билимбай на Среднем Урале изучался геологами для различных целей. Здесь разрабатывались месторождения железных руд, производилась разведка подземных вод, сейчас ведется добыча известняка. В процессе разнообразных геологических работ накоплены материалы, позволяющие выполнить анализ тектонической и фильтрационной структуры массива и оценить степень связи геологических (тектонических) структур с формами рельефа. В результате разведки Черемшанского месторождения подземных вод и опробования около 40 скважин было определено, что фильтрационные свойства изменяются от единиц до нескольких тысяч метров квадратных за сутки. Указанная фильтрационная изменчивость в подавляющем большинстве случаев не связана с литологической неоднородностью, так как работы выполнялись в однородных известняках. Фильтрационная неоднородность связана с тектоникой и закарстованостью массива. Для выявления причин фильтрационной неоднородности целесообразно применить методы гидрогеомеханического анализа.

Основным предметом гидрогеомеханики скальных массивов являются геомеханические процессы, происходящие под воздействием, главным образом, тектонических

сил в условиях напряженно-деформированного состояния земной коры, и определяющих формирование фильтрационной структуры массивов горных пород. Методика гидрогеомеханического анализа тектонических структур* позволяет выявить ориентировку главных напряжений и преобладающую кинематику тектонических движений.

Анализ трещиноватости в карбонатном массиве позволил заключить, что в массиве активно проявились направления главных максимальных напряжений, ориентированных по азимутам 275°, 305°, 335°. Под воздействием главного напряжения, ориентированного по азимуту 275°, хорошо проявились трещины скола и скольжения правой кинематики (65° и 45°). Под воздействием главного максимального напряжения 335° субвертикальные трещины проявились значительно слабее, но можно считать, что под воздействием этого главного напряжения образовались трещины скола и скольжения левой кинематики (5° и 25°).

Анализ линиаментов гидрографической сети производился по малым рекам района и по р. Чусовой, которая является основным водным объектом этого района. Роза-диаграмма линиаментов малых рек показывает, что все три направления действия главного максимального напряжения выражаются в форме хорошо выраженных, но относительно коротких, небольших «зубцов». Эти «зубцы» отражают преимущественно ориентировку раздвигов. Большие «зубцы» на диаграмме показывают ориентировку главным образом надвигов (взбросов), образовавшихся в верхнем геодинамическом этаже. В ориентировке малых рек слабо проявились хрупкие правые сдвиги, которые связаны с воздействием σ_1 (275°). В целом следует заключить, что для линиаментов малых рек характерно наследование разрывных нарушений, для которых свойственно преобладание хрупкой деформации (раздвиги, сдвиги, взбросо-сдвиги).

Анализ розы-диаграммы, построенной по линиаментам р. Чусовой, показал, что долина реки наследует тектонические нарушения, которые сформировались под воздействием такого же поля напряжений, что и малые реки района. В качестве отличительной особенности следует отметить более широкое развитие хрупко-пластичной деформации, что проявляется в увеличении углов скола сдвигов. Например, хорошо выражен «зубец», имеющий ориентировку 75°. Это отражает значительное проявление хрупко-пластичной деформации при образовании сдвигов правой кинематики, возникших под воздействием σ_1 (305°). Кроме того, значительно меньше выражены раздвиги, ориентировка которых совпадает с направлениями σ_1 (в данном случае 305°, 335°). Важно отметить, что линиаменты р. Чусовой наследуют более мощные сдвиговые зоны.

В качестве материала для анализа линиаментов карстового рельефа послужили данные, полученные по двум участкам. Поверхностные и подземные карстовые формы детально изучены в Галкинском карьере и вокруг него. Кроме того, детальная съемка карстовых воронок выполнена в ходе поисково-разведочных работ в районе Черемшанского месторождения подземных вод. По результатам исследований можно сделать вывод о том, что линиаменты карстового рельефа наследуют главным образом сдвиги, образовавшиеся с преобладанием хрупкой деформации. Линиаменты карста на изученных участках имеют существенные отличия по ориентировке. Эти отличия можно объяснить тем, что при развитии карстовых процессов только на начальной стадии ориентировка тектонических нарушений имеет определяющее значение. В дальнейшем развитие карстовых форм в значительной степени зависит от направления подземного потока. В целом следует заключить, что карст наследует те же на-

* *Тагильцев С.Н.* Влияние напряженного состояния массива известняков на развитие карста / С.Н.Тагильцев, А.И.Зевахин, М.Г.Морозов // Изв. УГГГА. Сер.: Геология и геофизика. Вып. 8. Екатеринбург,1998. С.195-198.

Тагильцев С.Н. Основные теоретические положения и методика определения ориентировки осей главных напряжений по данным изучения трещиноватости // Проблемы геотехнологии и недроведения (Мельниковские чтения): Докл. междунар. конф. / УрО РАН. Екатеринбург, 1998. С.205-208.

правления тектонических нарушений, что и элементы гидрографической сети.

Гидрогеомеханический анализ карбонатного массива, расположенного на левом берегу р. Чусовой западнее пос. Билимбай, позволяет сделать вывод, что основные тектонические структуры связаны с проявлением воздействия трех главных напряжений, имеющих ориентировку 275°, 305°, 335°. Ориентировка линиаментов малых рек района отражает воздействие всех трех главных напряжений. Долины малых рек наследуют раздвиги, хрупкие и хрупко-пластичные сдвиги, а также надвиги (взбросы). Анализ линиаментов более крупной реки (р. Чусовой) позволяет заключить, что в их формировании значительное участие принимают тектонические структуры, образовавшиеся с преобладанием хрупко-пластичных деформаций. Для этих структур характерна более значительная мощность тектонических зон. Развитие карста происходит по тектоническим нарушениям, имеющим преимущественно сдвиговой характер, которые образовались с преобладанием хрупкой деформации. Большое значение для формирования линиаментов карстового рельефа (цепочек воронок) имеет направление потока подземных вод. Гидрогеомеханический анализ позволяет целенаправленно выявлять участки массива, перспективные для постановки поисково-разведочных гидрогеологических работ, а также опасные, с позиций инженерно-геологической устойчивости.