

Планирование перехода дизъюнктивных нарушений амплитудой до 3,5 м с использованием графической программы

Planning of crossing disjunctive dislocations with the amplitude up to 3.5 m using graphics software

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2026-3-104-107>

МИРОШНИКОВ Г.П.

Канд. техн. наук, доцент,
Филиал ФГБОУ ВО «Кузбасский
государственный технический
университет имени Т.Ф. Горбачева»,
652881, г. Междуреченск, Россия,
e-mail: 41151@rambler.ru

При планировании перехода дизъюнктивных нарушений амплитудой до 3,5 м на шахте «Распадская» использовалась специальная графическая программа. Алгоритм программы учитывает технические возможности крепи по устойчивости и изгибу конвейера в двух плоскостях, а также параметры дизъюнктивного нарушения. Это позволяет снизить объем присекаемых боковых пород и деформации элементов комплекса. Оценка целесообразности перехода нарушений производилась по следующим факторам: параметры нарушения, технические возможности комплекса, устойчивость вмещающих пород и объем их присечки. На основании проведенных исследований был сделан вывод о целесообразности перехода нарушений очистным забоем с использованием графической программы в процессе обработки нарушенных зон.

Ключевые слова: механизированный комплекс, переход дизъюнктивных нарушений, расчет траектории, графическая программа, объем присечки боковых пород.

Для цитирования: Мирошников Г.П. Планирование перехода дизъюнктивных нарушений амплитудой до 3,5 м с использованием графической программы // Уголь. 2026;(3):104-107. DOI: 10.18796/0041-5790-2026-3-104-107.

Abstract

A dedicated graphics software suite was used to plan the crossing of disjunctive dislocations with the amplitude of up to 3.5 m at the Raspadskaya mine. The software algorithm takes into account the technical parameters of the mine support in terms of rock mass stability and conveyor deflection in two planes, as well as the characteristics of the disjunctive dislocation. This helps to reduce the volume of side rock cutting and the deformation of the complex elements. A feasibility assessment of crossing the faults was carried out based on the following factors: the fault characteristics, the technical capabilities of the complex, the stability of the surrounding rocks, and the volume of rock cutting. Based on the studies performed, it was concluded that using a graphics software is advisable in order to assess crossing of dislocations with a production heading while mining within fault zones.

Keywords

Powered mining complex, crossing of disjunctive dislocations, path calculation, graphics software, volume of side rock cutting.

For citation

Miroshnikov G.P. Planning of crossing disjunctive dislocations with the amplitude up to 3.5 m using graphics software. *Ugol'*. 2026;(3):104-107. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2026-3-104-107.

ВВЕДЕНИЕ

Отработка выемочного столба 5а-7-40 по пласту 7-7а на шахте «Распадская» будет осложнена наличием дизъюнктивных нарушений. Оценка целесообразности отработки нарушенных зон производилась с использованием специальной графической программы [1].

Горно-геологические условия отработки выемочного столба 5а-7-40 характеризуются следующими показателями. Средняя мощность пласта – 3,90 м, угол падения – 6-7°, коэффициент крепости угля $f=0,8-1,0$. Кровля в зоне влияния тектонических нарушений неустойчивая, трещиноватая, склонна к отслоению и куполообразованию, обрушается вслед за выемкой угля, относится к I классу по устойчивости, III типу по обрушаемости. Нарушения амплитудой 1,4 и 3,2 м подсечены при проведении вентиляционного штрека. В средней части выемочного столба прогнозируется увеличение амплитуд этих нарушений до 2,5 и 3,5 м, при угле встречи 55° (рис. 1).

Отработка выемочного столба 5а-7-40 будет осуществляться крепью JOY (RS2×870) с конвейером Rebnik 1100. Техническая характеристика крепи и конвейера представлена в табл. 1.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

В литературных источниках предлагается использовать информационные технологии для решения отдельных задач, например, при обосновании проектных решений по рациональной отработке запасов выемочных участков угольных шахт в зонах геологических нарушений [2]. При определении влияния изменений горно-геологических условий на отработку запасов угля предлагается использовать графическую программу [3, 4], которая основана на зависимости переменной «Ресурс работоспособности очистного механизированного комплекса» от переменной «Амплитуда геологического нарушения». Однако данная программа не предусматривает оценку технических возможностей применяемых механизированных комплексов и выдачу рекомендаций по преодолению нарушения.

Нормативные документы по вопросу рациональной траектории перехода нарушений выпущены более 25 лет тому назад и не учитывают технические характеристики современных механизированных комплексов [5, 6, 7]. Кроме этого, в данных документах

траектория перехода рассматривается только в разрезе по простиранию пласта и на плане (вид сверху) горных работ. Поэтому остается неясным, как вести работу в плоскости очистного забоя (в разрезе по падению пласта), чтобы осуществить переход по заданной траектории. Предложено программное обеспечение, которое позволяет принимать решения по переводу очистного комплекса через геологическое нарушение, однако только на стадии проектирования [8, 9]. Ни одна из рассмотренных технологий, на основе предлагаемых алгоритмов, не предусматривает автоматизированного графического построения рациональной траектории перехода нарушений.

Поэтому для расчета и построения рациональной траектории перехода нарушений в выемочном столбе 5а-7-40 использовалась специальная графическая программа, которая решает большинство задач по переходу геологических нарушений механизированными комплексами [1]. Алгоритм программы учитывает технические возможности крепи по устойчивости и изгибу конвейера в двух плоскостях, а также параметры дизъюнктивного нарушения. Это позволяет снизить объем присекаемых боковых пород и деформацию элементов комплекса.

Для получения результатов расчетов рациональной траектории в электронном виде заполняется табл. 2 – влияющие горнотехнические факторы, и технические характеристики механизированного комплекса.

Также заполняется табл. 3 влияющие горно-геологические факторы и параметры геологического нарушения. Заполнение таблицы производится отдельно для конвейерного и вентиляционного штреков, так как в большинстве случаев параметры нарушения изменяются по простиранию нарушения.

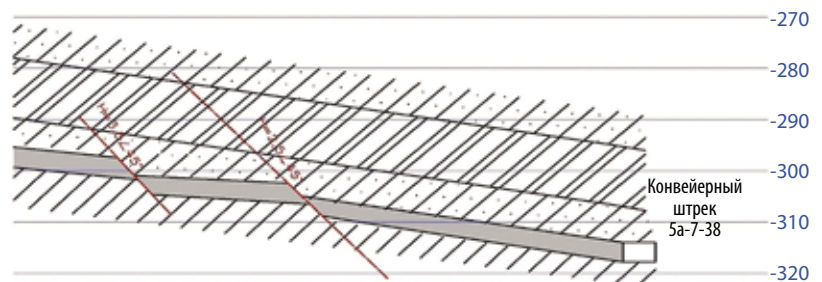


Рис. 1. Прогнозируемое сечение по дизъюнктивным нарушениям 2,5 и 3,5 м
Fig. 1. A projected cross-section based on disjunctive dislocations of 2.5 m and 3.5 m

Таблица 1

Техническая характеристика крепи JOY (RS2×870)
линейная секция

Technical specifications of the JOY (RS2×870) linear section

Рабочий диапазон высоты, м	2,2 – 4,7	
Шаг установки крепи, м	1,75	
Продольный наклон лавы, градус, не более	18	
Поперечный наклон лавы, градус	±15	
Максимальный угол перегиба между секциями решетчатого става:	в горизонтальной плоскости, градус;	±1,5
	в вертикальной плоскости, градус	± 3
Ширина захвата комбайна, м	0,8	

Таблица 2

Горнотехнические факторы и технические характеристики механизированного комплекса

Mining factors and technical characteristics of the powered mining complex

Горнотехнические параметры	Показатели
Угол поперечной устойчивости крепи, градус	18
Угол продольной устойчивости крепи, градус	15
Угол изгиба конвейера в поперечной плоскости, градус	3
Угол изгиба конвейера в продольной плоскости, градус	1,5
Шаг установки крепи, м	1,75
Длина лавы, м	300
Ширина захвата комбайна, м	0,8
Высота крепи при переходе нарушения, м	3,0

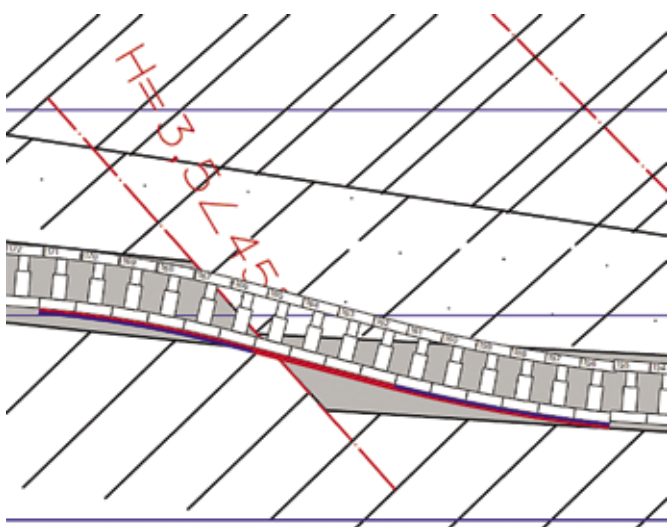


Рис. 2. Положение крепи в нарушении амплитудой 3,5 м отстроенное графической программой

Fig. 2. Position of the mine support within the fault with the amplitude of 3.5 m, generated using graphics software

После ввода параметров программа производит расчеты, и на графической части, в трех плоскостях, расчеты преобразованы в траектории движения комплекса. На рис. 2 представлен пример построения траектории перехода нарушения амплитудой 3,5 м в разрезе по очистному забою. Курсором перемещаем линию траектории таким образом, чтобы можно было присекасть кровлю, так как, по данным геологической службы, породы кровли у сместителя нарушения крайне неустойчивые.

В плоскости очистного забоя красной линией показывается траектория перехода нарушения. Синяя полоса, снизу красной линии, показывает участок, где ступени формируются ниже плоскости дна конвейера. Синяя полоса, выше красной линии, показывает участок, где ступени формируются выше плоскости дна конвейера. На участке, где синяя полоса отсутствует, ступени не формируются, так как здесь траектория имеет максимально допустимый наклон в какой-либо плоскости.

Переход нарушения рекомендуется производить с уменьшением вынимаемой мощности пласта, и поэтому расчет траектории производился при высоте крепи 3,0 м. По этой причине на чертеже остается уголь в почве пласта, но при фактическом переходе уголь в почве можно не оставлять.

Подобным образом производятся расчеты и построения траектории перехода нарушения амплитудой 2,5 м. При изменении параметров нарушений геолог вводит новые данные в программу, траектория перехода пересчитывается и на участковом компьютере можно распечатать рациональное положение крепи в лаве на каждый выемочный цикл с участками маневрирования.

После получения графической информации по переходу нарушений определен объем присечки боковых пород и была дана оценка целесообразности перехода нарушений.

Целесообразность перехода нарушения производилась по нескольким факторам:

- оценка параметров нарушения;
- оценка технических возможностей комплекса;
- оценка устойчивости вмещающих пород;
- оценка объема присечки боковых пород.

Оценка параметров нарушений

При мощности пласта 3,8 м и амплитудах нарушений от 2,5 до 3,5 м уровень сложности перехода нарушения оценивается как уровень средней сложности, так как соотношение амплитуды и мощности пласта составляет менее 1.

Угол встречи нарушения очистным забоем 55° является благоприятным для перехода нарушения по вопросу протяженности участка слабых пород в очистном забое и возможности проведения работ по их укреплению скрепляющими составами.

Направление отработки нарушения является неблагоприятным, так как очистной забой будет осуществлять подъем на смещенную часть пласта, что повышает опасность проникновения неустойчивых пород кровли в призабойное пространство. Кроме этого, относительно угла падения пласта переход связан с увеличением угла траектории перехода и, соответственно, и наклона секций по длине лавы. При неустойчивых породах кровли

Таблица 3

Горно-геологические факторы и параметры нарушения

Mining and geological factors and parameters of the fault

Горно-геологические параметры	Показатели
Амплитуда нарушения, м.	2,5 и 3,5
Угол встречи нарушения очистным забоем, градус	55
Угол падения сместителя нарушения, градус	45
Мощность пласта, м.	3,8
Угол падения пласта, градус	7
Тип перехода нарушения, подъем или спуск	Подъем
Направление отработки столба, слева направо, или справа налево	Слева направо

увеличение угла наклона секции может привести к потере их устойчивости.

Угол падения сместителя нарущений от «забоя» является неблагоприятным с точки зрения устойчивости трещиноватых пород, переход нарушения будет осложнен повышенными показателями отжима угля и вывалообразования.

Оценка технической характеристики механизированного комплекса показала следующее:

– поперечная устойчивость 18° указывает на его недостаточную устойчивость и снижает возможности по маневрированию в вертикальной плоскости;

– продольная устойчивость в 15° не ограничивает допустимый угол подъема комплекса в нарушении, который составляет не более 10° ;

– максимальный угол перегиба между секциями решачного става в поперечной плоскости составляет $\pm 3^\circ$, что для таких тяжелых конвейеров является хорошим показателем;

– максимальный угол перегиба между секциями решачного става в продольной плоскости составляет $\pm 1,5^\circ$, и это ограничивает возможности комплекса в маневрировании в этой плоскости;

– большой диапазон раздвижности секции (от 2,2 до 4,7 м) и большое сопротивление крепи позволяют планировать переход на минимальной раздвижности 2,7–3,0 м и снижать объем присечки боковых пород.

Оценка влияния устойчивости вмещающих пород

Основной задачей при преодолении зоны ослабленных пород является предупреждение куполообразования кровли, потому что после возникновения купола ничто не препятствует его развитию. В связи с наличием неустойчивой кровли в зонах нарушений, для снижения риска куполообразования целесообразно стремиться к работе на минимальной вынимаемой мощности, так как это позволяет иметь запас раздвижности на случай подхвата кровли при небольших ее вывалах. Кроме того, за счет снижения центра тяжести повышается собственная устойчивость секции.

Расчет объема присечки боковых пород при переходе нарушения

Расчеты показали, что в выемочном столбе 5а-7-40 объем пород, которые будут присекаться при переходе нарушений, составит 5200 м^3 . Объем угля на нарушенном участке (протяженностью 340 м), который будет извлечен при переходе нарушений, составит 398000 м^3 . Объем присечки породы в нарушениях (без учета породы от вывалов) составит 0,13% от общего объема добытого угля.

На основании оценки параметров нарушения, технических возможностей комплекса, устойчивости вмещающих пород и объема присечки боковых пород был сделан вывод о целесообразности перехода нарушений очистным забоем в выемочном столбе 5а-7-40. Сложность работы очистного забоя при переходе нарушений по факторам: параметры нарушения, технические возможности комплекса и объем присечки боковых пород оценивается как работа средней сложности. Сложность работы очистного забоя при переходе нарушений по фактору устойчивости вмещающих пород оценивается как сложная.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании оценки целесообразности отработки нарушенных зон, был сделан вывод о целесообразности перехода нарушений очистным забоем в выемочном столбе 5а-7-40.

Впервые при планировании перехода нарушения использовалась графическая компьютерная программа, которая позволяет не только рассчитывать, но и отстраивать рациональную траекторию перехода нарушений в трех плоскостях. Эта же графическая программа и в будущем может использоваться в процессе перехода нарушений.

Список литературы • References

1. Мирошников Г.П., Самойленко Л.В. Графическая программа перехода геологических нарушений механизированными комплексами // Уголь. 2024;(7):48-51. DOI: 10.18796/0041-5790-2024-7-48-51. Miroshnikov G.P., Samojlenko L.V. Graphics software for crossing of geological disturbances by powered mining complexes. *Ugol*. 2024;(7):48-51. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2024-7-48-51.
2. Киселев А.М. Обоснование проектных решений по рациональной отработке запасов выемочных участков угольных шахт в зонах геологических нарушений: автореферат ... канд. техн. наук. М., 2012. 24 с.
3. Sin-Jun Kang, Chun-Hee Woo, Hee-Soo Hwang, Kwang B. Woo. Evolutionary Design of Fuzzy Rule Base for Nonlinear System Modeling and Control. *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*. 2010;8(1):37-45.
4. Carlos A. Gama, Alexandre G. Evsukoff, Philippe Weber, Nelson F. Ebecken. Parameter Identification of Recurrent Fuzzy Systems With Fuzzy Finite-State Automata Representation. *IEEE Transactions On Fuzzy Systems*. 2008;16(1):213-224.
5. Руководство по переходу геологических нарушений механизированными комплексами. Прокопьевск: 1982. 80 с.
6. Худин Ю.Л., Ходжаев Р.Ш. Применение механизированных комплексов при разработке нарушенных пластов Карагандинского бассейна. М.: ЦНИЭИУголь, 1975. 25 с.
7. Переход геологических нарушений механизированными комплексами в Донбассе. Обзор / Е.А. Бидзинашвили, И.Т. Бутенко, В.В. Кара и др. М.: ЦНИЭИУголь, 1977. 25 с.
8. Худин Ю.Л., Глазов Д.Д., Мамонтов С.В. Комплексно механизированная выемка нарушенных угольных пластов. М.: Недра, 1985. 198 с.
9. Кузнецов Ю.Н., Киселев А.М. К вопросу автоматического проектирования технологических схем перехода геологических нарушений в границах выемочных участках. М.: МГУ, 2012.

Authors Information

Miroshnikov G.P. – PhD (Engineering), Associate Professor, Branch of T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University (KuzSTU), Mezhdurechensk, 652881, Russian Federation, e-mail: 41151@rambler.ru

Информация о статье

Поступила в редакцию: 28.01.2026

Поступила после рецензирования: 17.02.2026

Принята к публикации: 27.02.2026

Paper info

Received January 28, 2026

Reviewed February 17, 2026

Accepted February 27, 2026