

Литература.

1. Аксенов В. В., Ефременков А. Б. Геовинчестерная технология и геоходы - наукоемкий и инновационный подход к освоению недр и формированию подземного пространства // Уголь/ Москва, 2009– №2. С.26-29.
2. Дронов А. А., Блащук М. Ю. Обоснование необходимости разработки узла сопряжения секций геоходов // Проблемы геологии и освоения недр: труды XVII Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых учёных, посвященного 150-летию со дня рождения академика В.А. Обручева и 130-летию академика М. А. Усова, основателей Сибирской горно-геологической школы / Томск, 2013 - Т. 2 - С. 313-314.
3. Блащук М.Ю., Дронов А.А. Обзор опорно-поворотных устройств горной и строительной техники в целях создания узла сопряжения секций геохода // Энергетическая безопасность России. Новые подходы к развитию угольной промышленности: труды XV Международной научно-практической конференции. – Кемерово: «Экспо-Сибирь», 2013 - С. 97-100.
4. Аксенов В. В., Хорешок А. А., Блащук М. Ю., Тимофеев В. Ю., Михеев Д. А. Схемные решения трансмиссии геохода с гидроприводом // Вестник КузГТУ / Кемерово, 2013– № 4. С. 51-57.
5. Аксенов В.В., Хорешок А.А., Нестеров В.И., Блащук М.Ю. Силовые параметры трансмиссии геохода с гидроприводом // Вестник КузГТУ / Кемерово, 2012– № 4. С. 21-24.
6. Аксенов В.В., Ефременков А. Б., Тимофеев В.Ю., Блащук М.Ю. Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2010. Т. 3. № 12 С. 55-66.
7. Аксенов В.В., Тимофеев В.Ю., Блащук М.Ю. Разработка схемного решения привода геохода с волновой передачей с промежуточными телами качения // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал) / Кемерово, 2012– № S3. С. 167-175.
8. Блащук М. Ю. , Дронов А. А. , Михеев Д. А. Особенности работы и требования к узлу сопряжения секций геохода // Энергетическая безопасность России. Новые подходы к развитию угольной промышленности: труды XVI Международной научно-практической конференции. – Кемерово: «Экспо-Сибирь», 2014 - С. 104-106.

**ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА КРЕПЕУСТАНОВЩИКА
РАМНОЙ КРЕПИ ДЛЯ ГЕОХОДА**

Д.А. Пашков, студент группы ГЭС – 111, С.И. Гановичев, студент группы 10710,
научный руководитель: Садовец В.Ю.*

*Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева
Россия, 650000, г. Кемерово, ул. Весенняя, 28*

**Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского
Томского политехнического университета
652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26*

Основным элементом горной выработки является постоянная крепь. Рациональность выбора типа, а также качество выполняемых работ по возведению постоянной крепи являются основой для продолжительного срока службы полости в подземном пространстве [1].

Для крепления проходческих выработок наибольшее распространение получили металлические арочные и кольцевые податливые рамные крепи. Податливые крепи способны под действием давления горных пород сокращать свои размеры, а следовательно, и поперечное сечение выработки в результате смещения элементов или их деформации при сохранении несущей способности и работоспособности конструкции. Элементы металлических податливых рам выполняют из спецпрофиля, соединяя их между собой внахлестку с помощью хомутов и болтов; податливость крепи достигается за счёт скольжения элементов крепи в местах их соединения.

В настоящее время научным коллективом [2-4] ведутся работы по созданию опытного образца нового класса горнопроходческой техники – геохода. Для выполнения всего цикла по проведению выработок в подземном пространстве с использованием геовинчестерной технологии (ГВТ) существ-

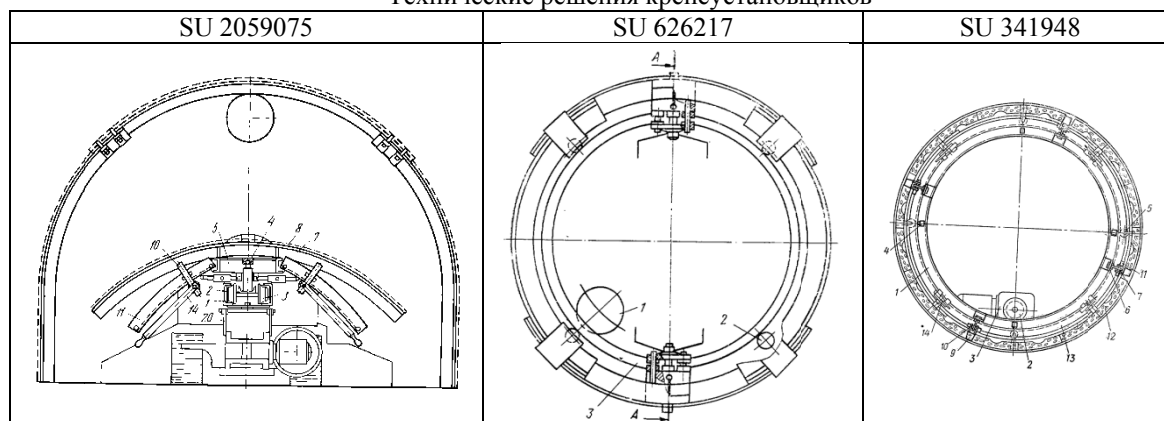
вует острая необходимость по созданию крепевозводящего модуля геолохода. К крепевозводящему модулю геолохода предъявляются следующие требования:

- должен иметь наименьшие габаритные размеры;
- должен перемещаться по выработке вслед за геолоходом;
- должна происходить совместная работа модуля с геолоходом, т.е. какой участок прошли такой и закрепили;
- должен не перекрывать зону выработки;
- доставка материалов крепления должна быть механизирована;
- должен обеспечивать требуемую скорость крепления.

На основании проведенного обзора патентных решений крепевозводящих модулей [] были отобраны технические решения [5-7], которые частично соответствуют предъявляемым требованиям. Технические решения, выбранных рамных крепеустановщиков (таблица 1), приведены в таблице 1.

Таблица 1

Технические решения крепеустановщиков



Имея несколько вариантов решений крепеустановщиков, встает проблема выбора варианта технического решения наиболее полно удовлетворяющего предъявляемым требованиям. При такой постановке задачи процесс выбора сводится к применению методов многокритериального анализа принятия решения, в зарубежной литературе известных как MCDA – Multi-Criteria Decision Analysis.

На основании проведенного исследования методов был выявлен наиболее подходящий метод MCDA для выбора схемного решения крепевозводящего модуля геолохода [8]. Наибольший индекс соответствия получил метод TOPSIS [9].

Исходными данными для выбора схемного решения методом TOPSIS является матрица решений (таблица 2), включающая в себя оценки альтернатив по критериям, а также веса критериев. Альтернативами в данном случае являются варианты схемных решений крепеустановщиков, а критериями служат требования к ним.

Таблица 2

Матрица решений

Альтернативы	Критерии оценки					
	Габариты	Перемещение вслед за геоло- дом	Совместная работа	Не перекрывать зону выработки	Доставка материалов	Скорость установки
	Вес критерия w_i					
	0,2	0,3	0,4	0,6	0,5	0,8
SU 626217	6	2	1	6	3	4
SU 341948	6	3	2	6	4	4
SU 2059075	5	5	3	1	6	5

Метод TOPSIS состоит из пяти шагов вычислений.

**Секция 4. Новые технологии и разработки в области горного дела
и добычи полезных ископаемых**

1. Нормализация.

Оценки альтернатив по критериям нормализуются для того, чтобы иметь возможность сравнить разные системы единиц. Для этого используется метод идеальной нормализации.

Идеальная нормализация требует деления каждой оценки на наибольшую в каждом столбце и рассчитывается по формуле:

$$r_{ai} = \frac{x_{ai}}{u_{ai}}, \quad (1)$$

где x_{ai} – оценка a -ой альтернативы по i -му критерию; $u_{ai} = \max(x_{ai})$ для $a = 1 \dots n$ и $i = 1 \dots m$; n – количество альтернатив; m – количество критериев.

Рассчитанные значения r_{ai} сведены в таблицу 3.

Таблица 3

Значения r_{ai} при идеальной нормализации

Альтернативы	r_{ai}					
	Габариты	Перемещение вслед за геоло- дом	Совместная работа	Не перекрывать зону выработки	Доставка материалов	Скорость установки
SU 626217	1.00	0.4	0.33	1.00	0.5	0.8
SU 341948	1.00	0.6	0.67	1.00	0.67	0.8
SU 2059075	0.83	1.00	1.00	0.17	1.00	1.00

2. Определение весовых нормализованных коэффициентов.

Весовые нормализованные коэффициенты рассчитываются по формуле

$$v_{ai} = r_{ai} W_i. \quad (2)$$

Рассчитанные значения v_{ai} представляются весовой нормализованной матрицей решений (таблица 4).

Таблица 4

Весовая нормализованная матрица решений

Альтернативы	v_{ai}					
	Габариты	Перемещение вслед за геоло- дом	Совместная работа	Не перекрывать зону выработки	Доставка материалов	Скорость установки
SU 626217	0.2	0.12	0.132	0.6	0.25	0.64
SU 341948	0.2	0.18	0.268	0.6	0.335	0.64
SU 2059075	0.166	0.3	0.4	0.102	0.5	0.8

3. Сравнение каждого показателя с наименьшим и наибольшим коэффициентом.

Весовые нормализованные коэффициенты используются для сравнения v_{ai} с наибольшим (v_i^+) и наименьшим (v_i^-) коэффициентами, выбираемыми для каждого критерия по таблице 3.

Матрица коэффициентов v_i^+ и v_i^- представлена таблицей 5.

Таблица 5

Матрица наибольших и наименьших коэффициентов

Коэффициенты	Критерии оценки					
	Габариты	Перемещение вслед за геоло- дом	Совместная работа	Не перекрывать зону выработки	Доставка мате- риалов	Скорость установки
v^+	0.2	0.3	0.4	0.6	0.5	0.8
v^-	0.166	0.12	0.132	0.102	0.25	0.16

4. Вычисление соотношения каждого показателя к наименьшему и наибольшему коэффициентам.

Приближенность каждого весового нормализованного коэффициента v_{ai} (таблица 4) к наибольшему и наименьшему коэффициентам определяется по формулам

$$d_a^+ = \sqrt{\sum_i (v_i^+ - v_{ai})^2}, \quad a = 1, \dots, n, \quad (3)$$

$$d_a^- = \sqrt{\sum_i (v_i^- - v_{ai})^2}, \quad a = 1, \dots, n. \quad (4)$$

Вычисленные данные приведены в таблице 6.

5. Вычисление относительного коэффициента приближенности.

Расчет относительного коэффициента приближенности каждого варианта к идеалу производится по формуле

$$C_a = \frac{d_a^-}{d_a^+ + d_a^-} \quad (5)$$

Относительные коэффициенты приближенности записаны в таблице 6.

Таблица 6

	Приближенность показателей		
	SU 626217	SU 341948	SU 2059075
d_a^+	0.659	0.386	0.314
d_a^-	0.512	0.674	0.712
C_a	0.437	0.636	0.694

Наибольший относительный коэффициент приближенности имеет патент SU 2059075. Следовательно, данное решение наиболее полно удовлетворяет требованиям к крепевозводящим модулям в условиях ГВТ.

Литература.

1. Аксенов В.В., Садовец В.Ю. Классификация крепевозводящих модулей геохопов // Сборник статей V Международной научно-практической конференции «Инновационные технологии и экономика в машиностроении»/ Юрга, 2014– С.269-272.
2. Аксенов В.В., Ефременков А.Б., Садовец В.Ю., Тимофеев В.Ю., Бегляков В.Ю., Блашук М.Ю. Формирование требований к основным системам геохопа / Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2009. Т. 10. № 12. С. 107-118.
3. Аксенов В.В., Казанцев А.А., Дортман А.А. Обоснование необходимости создания систем крепи горных выработок при проходке геовинчестерной технологии / Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2012. № S3. С. 138-143.
4. Аксенов В.В., Садовец В.Ю. Оценка необходимости создания крепевозводящего модуля геохопа и его функциональных устройств. Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2012. № S3. С. 9-14.
5. Патент СССР 30.09.1978 - SU 626217.
6. Патент СССР 14.06.1972 - SU 341948.
7. Патент СССР 07.06.1982 - SU 2059075.
8. Садовец В.Ю., Ананьев К.А., Пашков Д.А. Выбор метода оценки крепевозводящего модуля геохопа // Сборник статей Международной научно-практической конференции «Природные и интеллектуальные ресурсы Сибири. Сибресурс» / Кемерово, 2014.
9. Ishizaka A., Nemery P. Multi-criteria decision analysis: methods and software. – John Wiley & Sons, 2013. – 296 с.