

УДК 622.271.3

**ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ГОРНОТЕХНИЧЕСКОГО ЭТАПА
РЕКУЛЬТИВАЦИИ ВНЕШНЕГО ОТВАЛА**

Парамонов А.Ю., студент гр. ГОс-191, VI курс
Дьяков П.А., студент гр. ГОс-211, IV курс
Меристе И.В., студент гр. ГОс-211, IV курс
Виснап А.А., главный технолог,
филиал «Разрез Коксовый», АО «Распадская-Коксовая»
Научный руководитель:
Тюленев М.А., к.т.н., доцент
Кузбасский государственный технический университет
имени Т.Ф. Горбачева, г. Кемерово

Кемеровская область – один из промышленно развитых регионов в Сибири по угледобыче. В настоящее время в регионе добывается около 60% российского угля, что обусловлено в том числе высоким темпом роста на угольных предприятиях, ведущих добычу открытым способом. Следовательно, возрастает техногенная нагрузка на окружающую среду.

В процессе разработки месторождений необходимо учитывать качество и количество литогенных ресурсов (суглинки, плодородный слой почвы и т.п.) для последующей рекультивации. Часто в результате смешивания литогенных ресурсов с горными породами на поверхности отвалов оказывается смесь пород, малопригодная для восстановления процессов почвообразования, что является свидетельством нерационального природо- и ресурсопользования. Насколько в процессе разработки угольного месторождения будут сохранены основные литогенные ресурсы, отвечающие за восстановление почвы, и созданы благоприятные условия для восстановления нарушенных земель, настолько будет зависеть эффективность рекультивационных мероприятий и перспективы повторного использования территорий после окончания добычи полезных ископаемых.

Цель рекультивации – ликвидация негативных экологических последствий горных работ, восстановление нарушенных территорий, хозяйственно-ценного растительного покрова, выполняющего водоохранно-защитные и средообразующие функции.

Горнотехнический этап – это комплекс мероприятий по подготовке земель для последующего целевого их использования. Основными объектами горнотехнической рекультивации являются внешние и внутренние отвалы.

Основная задача технического этапа рекультивации – техническое устройство нарушенной территории, подготовка условий для нормального роста и развития растительности на рекультивируемой местности.

Техническая рекультивация предусматривает выполнение мероприятий по подготовке земель, освобождающихся после отработки месторождения.

Ниже рассматривается широко распространенный способ технического этапа рекультивации, на котором выполняются ландшафтно-планировочные работы, для последующего использования рекультивированных земель в лесохозяйственном направлении. Также выполнено сравнение технико-экономических показателей при углах выколаживания откосов отвала с 35° до 20° в санитарно-гигиеническом направлении сохранения разрушенных земель, и до 12° – в лесохозяйственном направлении.

Данный этап при выполнении рекультивации отработанных участков производится в процессе ведения вскрышных и добычных работ, и является подготовкой к биологической рекультивации.

Выполняемые мероприятия на техническом этапе рекультивации:

- постановка уступов в устойчивое положение;
- очистка берм от осыпей;
- ликвидация крупногабаритных обломков;
- грубая и чистовая планировка поверхности отвалов;
- планировка территории;
- ликвидация промышленных площадок, транспортных коммуникаций, электрических сетей и других объектов;
- очистка территории рекультивации от производственных отходов в соответствии с требованиями санитарно-эпидемиологического и природоохранного законодательства;
- нанесение грунта ППС (потенциально плодородного слоя почвы) на рекультивируемые площади;
- ликвидация послеусадочных явлений.

Основной задачей планировочных работ является создание посттехногенного ландшафта на нарушенной территории.

Новый ландшафт должен удовлетворять следующим требованиям:

- инженерно-геологическая безопасность – отсутствие процессов, которые в последствии могут повлиять на объекты хозяйственной деятельности, как существующие, так и планируемые;
- должны отсутствовать выделения вредных веществ в атмосферу, гидросферу;
- возможность использования спланированного ландшафта для удовлетворения потребностей населения.

Требуется обеспечение создания ландшафта с максимальной ценностью и при низких затратах.

Снятие плодородного и потенциально плодородного слоя почвы

Снятие плодородного и потенциально плодородного слоя почвы (далее по тексту ПСП и ППС) осуществляется с площадей, обрабатываемых расширяющимся разрезом и засыпаемых отвалами, также с площадей обеспечивающих ведение горных работ (автодорог, складов, отвалов).

Места размещения складов ПСП должны соответствовать требованиям ГОСТ 17.4.3.02-85 «Требования к охране плодородного слоя почвы при

производстве земляных работ». Требуется обеспечить складирование ПСП на таких участках, на которых исключается подтопление, засоление и загрязнение промышленными отходами и строительным мусором. Высота складов ПСП должна быть не более 10 м.

В случае превышения срока хранения почвенного слоя более 2-х лет поверхность и откосы отвалов ПСП засеивается многолетними травами.

Время хранения ПСП на складе, предназначенном для хранения ПСП, на разрезе будет зависеть от графика работ по рекультивации. В идеальных условиях снятый ПСП может наноситься сразу на спланированные участки в процессе рекультивации, но, как правило, это встречается крайне редко. Продолжительность хранения ПСП, как правило, составляет 3-5 лет, а иногда достигает и до 10 лет, что крайне негативно сказывается на самом составе ПСП, происходит ухудшение его качества, происходит его деградация, снижается активность микроорганизмов. При снятии ПСП происходит смешивание слоев почвы, что приводит к разубоживанию гумусового материала в составе почвы, происходит насыщение почвы кислородом, что способствует к увеличению минерализации органического вещества.

Максимальный срок хранения в разных источниках – разный, т.е. в одних источниках указан срок 20 лет, например в ГОСТ 17.4.3.02-85, в других источниках – в течение 10 лет.

Срезка ПСП с перемещением его в бурты осуществляется бульдозером, далее из буртов производится погрузка плодородного слоя с использованием погрузчика в автосамосвалы с последующей транспортировкой к месту складирования. Технология снятия ПСП приведена на рисунке 1. Расчетный объем временного склада ПСП составляет 7350 тыс. м³.

На рисунке 2 представлена технологическая схема формирования склада ПСП (ППСП) бульдозером CATD10T.

Ниже приведены ряд минусов как при длительном хранении плодородного слоя в буртах, так и при хранении и перевозке в целом:

- 1) Разубоживание гумусового слоя при снятии ПСП бульдозером
- 2) Сокращение количества гумуса в субстрате на 1-2 % при снятии и транспортировке состава почвы.
- 3) Уменьшение активности микроорганизмов в результате деградации ПСП
- 4) Нарушение комплексного строения почвы и превращение её в массу с плохим составом и физическими свойствами
- 5) Гибель почвенных насекомых
- 6) При разрушении бурта, т.е. при погрузке, транспортировке, отсыпки на новые участки вновь происходит его перемешивание и насыщение кислородом, что приводит к интенсивной его минерализации.

Согласно исследованиям В.А. Андроханова, лучший способ сохранения и улучшения свойств материала ПСП – не хранение его в бурте, а нанесение на ненарушенную поверхность, например на занятую сельскохозяйственными угодьями.

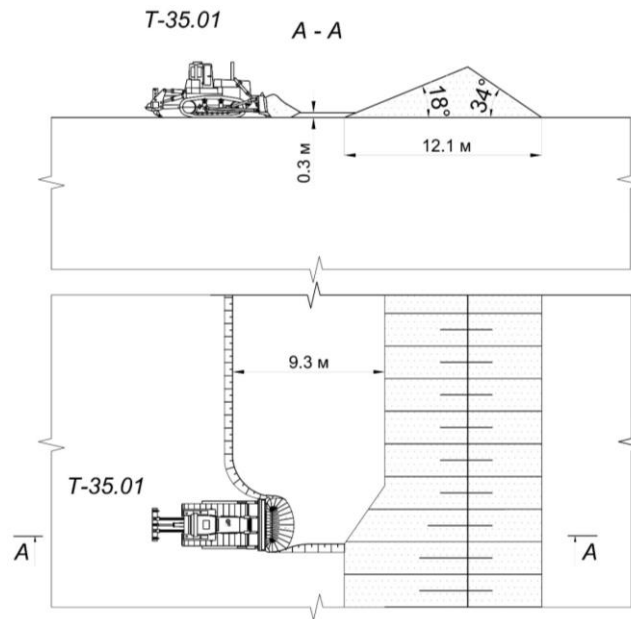


Рисунок 1. Технология снятия ПСП

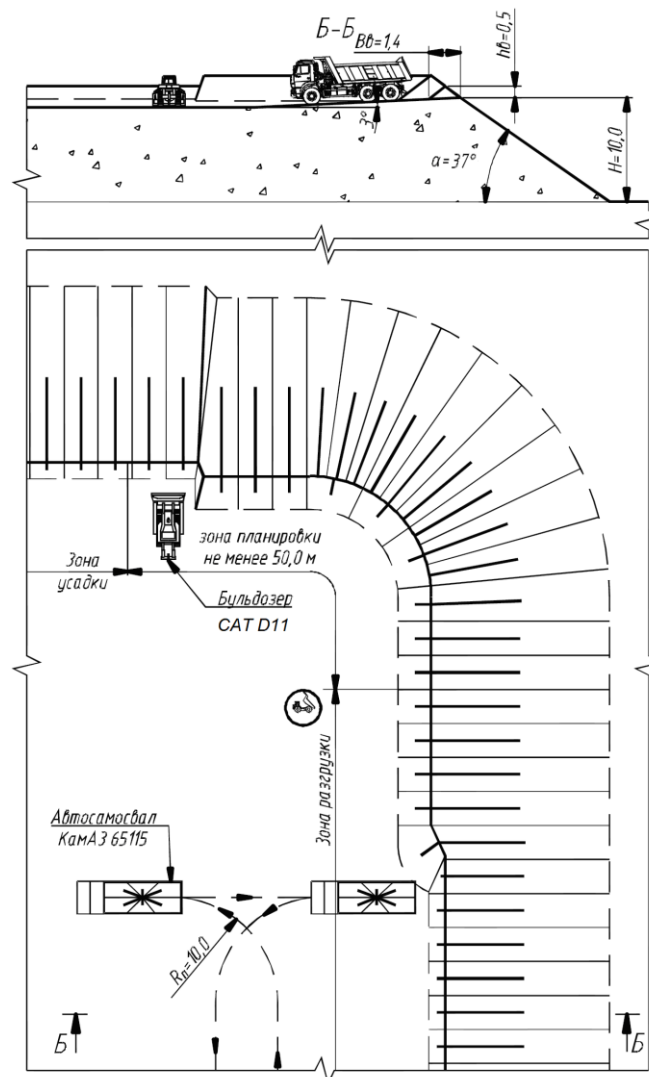


Рисунок 2. Технологическая схема формирования склада ПСП (ППСП) буль-
 дозером CATD10

Инженерная подготовка рекультивируемых земель

В состав мероприятий по инженерной подготовке рекультивируемых земель входит: борьба с эрозией почв, укрепительные и противоэрозийные работы, отвод поверхностных вод, защита территории от подтопления и заболачивания, дренаж и орошение. Выполнение этих мероприятий производится на стадии технического этапа.

Из профилактических мероприятий по защите рекультивируемых земель от подтопления и заболачивания предусматриваются мероприятия, направленные на предотвращение притока поверхностных вод с прилегающих площадей и ускоренный их сброс в естественные водоёмы. Это достигается путем обвалования участков, строительства системы нагорных канав, устройства специальных дождетоков (открытых дренажей).

Для борьбы с эрозией почв предусматривается:

- Горизонтальная поверхность отвалов планируется с уклоном в 1-3° от середины к краям, для исключения скапливания воды на поверхности;
- выполаживание откосов отвала до 20-25°;
- посадка древесно-кустарниковой растительности на откосах отвала, посев трав на горизонтальных поверхностях;
- формирование водозадерживающей канавы вдоль нижней бровки откосов.

Принимается сплошная планировка поверхности отвалов вскрышных пород.

Сплошная планировка проводится в 2 этапа:

1 этап – предварительное выравнивание поверхности с выполнением основного объема земляных работ (грубая планировка);

2 этап – окончательное выравнивание поверхности и исправление микрорельефа при незначительных объемах земляных работ (чистовая планировка).

Грубая планировка отвалов выполняется в период их отсыпки по мере продвижения фронта отвальных работ.

Производится уборка крупнообломочного материала, лежащего на поверхности. Далее выполняется чистовая планировка, которая производится перед нанесением на поверхность ППС (через 1,0-1,5 года после отсыпки вскрышных пород).

При планировочных работах необходимо учитывать динамику осадочных явлений на отвале. Выделяются два периода осадки:

– первый – интенсивная осадка поверхности отвала непосредственно после его отсыпки. Уплотнение отвала на данном этапе происходит под действием собственного веса при естественной влажности грунтов. В течение 8-15 дней осадка резко увеличивается. Затем интенсивность процесса уменьшается, и разница в величине осадки рядом расположенных точек стабилизируется;

– второй – осадка отвала вследствие переувлажнения грунтов в осенне-весеннее время. На поверхности появляются зоны трещиноватости,

наблюдаются оползневые явления на откосах. Продолжительность второго периода – до 1,5 лет.

При складировании пород в многоярусные отвалы необходимо создание террас. Для предотвращения эрозии при планировке террас им придается поперечный уклон $1,5-2^\circ$ в сторону вышележащей террасы.

Технологическая схема выколаживания откоса отвала «сверху-вниз» представлена на рис. 3.

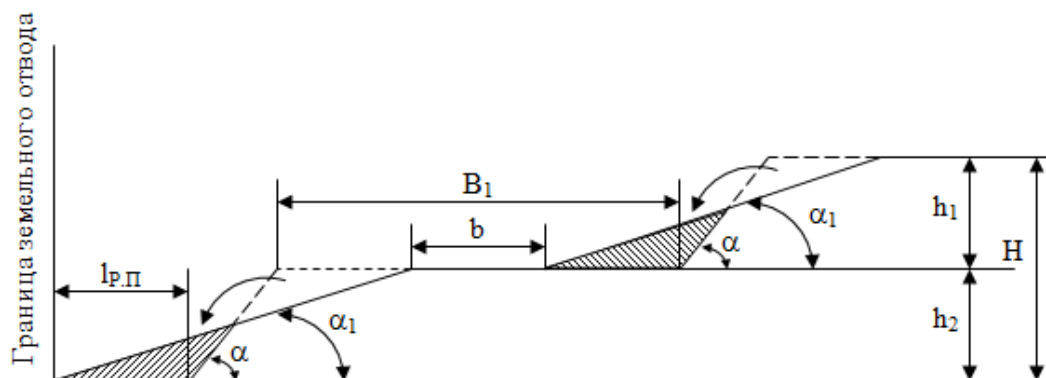


Рис. 3 – Технологическая схема выколаживания откоса отвала «сверху-вниз»

На рисунке 4 показана итоговая диаграмма годового объема планировочных работ на отвале в зависимости от угла выколаживания и числа ярусов отвала.

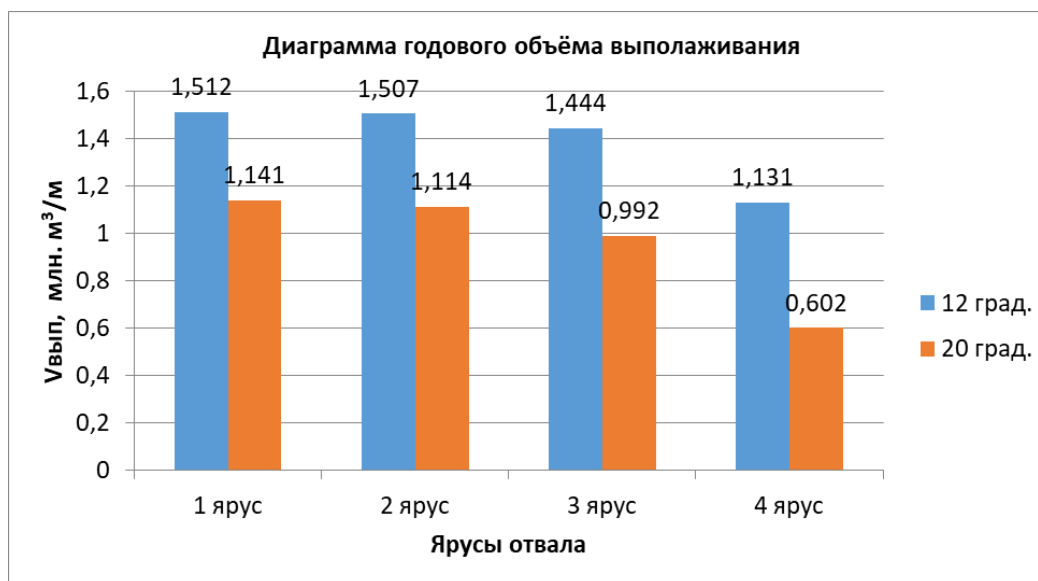


Рисунок 4 – Годовой объем выколаживания отвала в зависимости от количества ярусов и угла после выколаживания

Выводы

1. При совмещении работ по горнотехнической рекультивации с основными процессами по добыче угля с отвалообразованием обеспечивается сокращение времени до начала работ по рекультивации.

2. Снижение затрат при выполнении рекультивации и повышению экономической эффективности предприятия можно достичь в части ухода от образования буртов ПСП.

3. Не допускать длительного хранения плодородного слоя в буртах, т.к. происходит его разубоживание, ухудшение состава, приводит к гибели микроорганизмов.

4. Увеличение эффективности работ по рекультивации производится за счет создания террас и выполаживания отвала «сверху-вниз», т.к. порода отвалом бульдозера перемещается с верхней бровки откоса вниз на поверхность отвала, и обеспечивает в несколько раз, а именно в 4 раза, снижение объемов перемещаемой горной в сравнении с другим способом «снизу-вверх».

Литература

1. Об определении параметров забойных блоков при ведении горных работ обратными гидравлическими лопатами / О.И. Литвин, Я.О. Литвин, М.А. Тюленев, С.О. Марков // Горная промышленность. – 2021. – № 6. – С. 76-81. – DOI 10.30686/1609-9192-2021-6-76-81. – EDN MBXAOF.
2. Мартьянов, В.Л. Оценка сложности отработки карьерных полей угольных месторождений Кузбасса / В.Л. Мартьянов // Техника и технология горного дела. – 2018. – № 1(1). – С. 35-42. – DOI 10.26730/2618-7434-2018-1-35-41. – EDN XUFBJJ.
3. Тюленев, М. А. Определение числа слоев при разработке породугольных панелей обратными гидравлическими лопатами / М. А. Тюленев, В. Г. Проноза, А. В. Стрельников // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2012. – № S7. – С. 112-118. – EDN QCLDCF.
4. Тюленев, М. А. Разработка схем забоев для послойной проходки траншей и отработки заходов обратными гидравлическими лопатами / М. А. Тюленев, В. Г. Проноза, А. В. Стрельников // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2011. – № S10. – С. 23-33. – EDN QITCOP.
5. К определению рациональной области применения выемочно-погрузочного оборудования / А. А. Хорешок, О. И. Литвин, А. В. Кацубин [и др.] // Уголь. – 2023. – № 3(1165). – С. 91-95. – DOI 10.18796/0041-5790-2023-3-91-95. – EDN GBGWQO.
6. Снижение потерь угля при работе карьерных мехлопат / А. А. Хорешок, Д. М. Дубинкин, С. О. Марков [и др.] // Горная промышленность. – 2022. – № 6. – С. 88-94. – DOI 10.30686/1609-9192-2022-6-88-94. – EDN JOFQLY.
7. Битюков, В. В. Предпосылки к созданию методики нормирования потерь угля при отработке пластов в зонах тектонических нарушений / В. В. Битюков, Е. А. Гарина // Россия молодая : Сборник материалов VII Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых с международным участием, Кемерово, 21–24 апреля 2015 года. – Кемерово: Кузбасский

- государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева, 2015. – С. 9. – EDN UKUIVZ.
8. Selection of Excavating Equipment for the Outpacing Development of the Coal-bearing Zone / A. Katsubin, S. Markov, A. Khoreshok, M. Tyulenev // E3S Web of Conferences : 5, Kemerovo, 19–21 октября 2020 года. – Kemerovo, 2020. – P. 01027. – DOI 10.1051/e3sconf/202017401027. – EDN QSHLYV.
9. Mikhailov, V. The research of environmental-and-economic risks of the coal mining enterprise impact on water resources / V. Mikhailov, N. Kudrevatykh, T. Tyuleneva // E3S Web of Conferences : The conference proceedings Sustainable Development of Eurasian Mining Regions: electronic edition, Kemerovo, 25–27 ноября 2019 года. Vol. 134. – Kemerovo: EDP Sciences, 2019. – P. 01019. – DOI 10.1051/e3sconf/201913401019. – EDN EEKTYD.
10. Tyuleneva, T. Environmental Consequences of Coal Mine Elimination / T. Tyuleneva // Proceedings of the 9th China-Russia Symposium "Coal in the 21st Century: Mining, Intelligent Equipment and Environment Protection", Qingdao, 18–21 октября 2018 года. – Atlantis Press: Atlantis Press, 2018. – P. 352-356. – DOI 10.2991/coal-18.2018.65. – EDN ZZIFCK.
11. Синергетический подход к решению геоэкологических проблем угледобывающих и углеперерабатывающих субкластеров / А. А. Хорешок, О. И. Литвин, Д. М. Дубинкин [и др.] // Уголь. – 2022. – № 12(1161). – С. 82-87. – DOI 10.18796/0041-5790-2022-12-82-87. – EDN SDVDZV.
12. The features of three- and four-tier internal dumps capacity calculation with the additional capacity preparation in the dump tiers / T. Gvozdkova, E. Kuznetsov, A. Rudakova, S. Markov // E3s web of conferences, Kemerovo, Russian Federation, 24–26 апреля 2017 года. Vol. 15. – Kemerovo, Russian Federation: EDP Sciences, 2017. – P. 01008. – DOI 10.1051/e3sconf/20171501008. – EDN YMYQKD.
13. Об изменении эффективной производительности экскаваторов при использовании карьерных самосвалов с различной вместимостью кузова / А. А. Хорешок, Д. М. Дубинкин, С. О. Марков, М. А. Тюленев // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2021. – № 6(148). – С. 85-93. – DOI 10.26730/1999-4125-2021-6-85-93. – EDN IIWWML.
14. Evaluating the impact of excavator bucket capacity on the output of a haul truck in different variants of their positioning / V. V. Aksenov, D. M. Dubinkin, A. A. Khoreshok [et al.] // Journal of Physics: Conference Series : 3, Veliky Novgorod, 06–07 сентября 2021 года. Vol. 2052. – RUS: IOP Publishing Ltd, 2021. – P. 012001. – DOI 10.1088/1742-6596/2052/1/012001. – EDN YQHOME.
15. Самусев, П. А. Исследование влияния технологических процессов добычи угля на его грансостав / П. А. Самусев // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 1999. – № 2(9). – С. 50-51. – EDN WPUIDV.
16. Бирюков, А. В. Прогнозирование гранулометрического состава угля / А. В. Бирюков, С. И. Протасов, П. А. Самусев // Природные и интеллектуальные ресурсы Сибири, Кемерово, 11–14 ноября 1997 года. Том Часть 1. –

- Кемерово: Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева, 1997. – С. 165-166. – EDN WXYVTF.
17. Determination of Seismic Safe Distances During Mining Blasts with Consideration of a Dominant Vibration Frequency / A. G. Novinkov, A. S. Tashkinov, S. I. Protasov, P. A. Samusev // Coal in the 21st Century: Mining, Processing and Safety, Kemerovo, Russia, 10–12 октября 2016 года. – Kemerovo, Russia: ATLANTIS PRESS, 2016. – P. 202-205. – EDN WNWLZV.
 18. Новиньков, А. Г. Практический метод учета преобладающей частоты колебаний при определении сейсмо-безопасных расстояний при ведении взрывных работ на карьерах / А. Г. Новиньков, С. И. Протасов, П. А. Самусев // Взрывное дело. – 2016. – № 115-72. – С. 214-225. – EDN WCLGIZ.
 19. Сейсмическая безопасность подземного газопровода при массовых промышленных взрывах на угольном карьере / А. Г. Новиньков, С. И. Протасов, П. А. Самусев, А. С. Гукин // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2013. – № 6(100). – С. 51-55. – EDN RUDWTX.
 20. Сравнительная оценка сейсмического действия массовых взрывов при применении различных систем инициирования / П. А. Самусев, А. Г. Новиньков, С. И. Протасов, А. Н. Завьялов // Взрывное дело. – 2023. – № 141-98. – С. 107-133. – EDN IHJKJF.
 21. Самусев, П. А. Определение дальности разлета отдельных кусков породы при взрывании скважинных зарядов рыхления / П. А. Самусев, А. Г. Новиньков, С. И. Протасов // Техника и технология горного дела. – 2023. – № 4(23). – С. 4-25. – DOI 10.26730/2618-7434-2023-4-4-25. – EDN EMPGJG.
 22. Кацубин, А.В. Систематизация горно-геологических условий угленасыщенных и безугольных зон разрезов Кузбасса / А.В. Кацубин, А.А. Федотов // Техника и технология горного дела. – 2019. – № 3(6). – С. 60-75. – DOI 10.26730/2618-7434-2019-3-60-75. – EDN HJEPXD.