

УДК 622:273.25-274.3



**С.И. ГОЛОСКОКОВ**

канд. техн. наук, заведующий лабораторией  
АО «НЦ ВостНИИ», г. Кемерово  
e-mail: s.goloskokov@nc-vostnii.ru



**В.А. КОПЫТИН**

канд. техн. наук, зам. директора по экспер-  
тизе и сертификации  
АО «НЦ ВостНИИ», г. Кемерово  
e-mail: kopytin@nc-vostnii.ru



**М.Ю. КОПТЕВ**

ведущий инженер  
АО «НЦ ВостНИИ», г. Кемерово



**А.П. КОСТРЫКИН**

старший научный сотрудник  
АО «НЦ ВостНИИ», г. Кемерово  
e-mail: a.kostrykin@nc-vostnii.ru

## ИСПЫТАНИЯ ПРОХОДЧЕСКОГО КОМБАЙНА 12СМ30 В УСЛОВИЯХ ФИЛИАЛА «ШАХТА «ЕРУНАКОВСКАЯ–VIII» ОАО «ОУК «ЮЖКУЗБАССУГОЛЬ»

*Приведены результаты стендовых и шахтных испытаний системы орошения комбайна 12СМ30. Проведен анализ работы системы орошения комбайна 12СМ30. Предложены мероприятия по безопасной работе комбайна на пластах, содержащих фрикционно опасные горные породы, при выполнении которых обеспечивается полное орошение исполнительного органа комбайна и следа резания в месте динамического контакта резца и фрикционно опасной горной породы.*

**Ключевые слова:** КОМБАЙН ПРОХОДЧЕСКИЙ, ФРИКЦИОННО ОПАСНЫЕ ГОРНЫЕ ПОРОДЫ, СИСТЕМА ОРОШЕНИЯ, ФАКЕЛ ОРОШЕНИЯ, УГОЛ РАСТВОРА, СЛЕД РЕЗАНИЯ

С вступлением в силу Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности в угольных шахтах», утвержденных приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 19.10.2013 г. № 550, согласно пункту 173 [1] запрещается эксплуатация выемочных и проходческих комбайнов без систем взрывозащитного оро-

шения на пластах, содержащих фрикционно опасные горные породы.

Согласно Федеральным нормам и правилам в области промышленной безопасности «Инструкция по борьбе с пылью в угольных шахтах», утвержденным приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 14.10.2014 г. № 462 [2], взрывозащитное орошение – это ороше-

ние, применяемое на выемочных и проходческих комбайнах, при котором обеспечивается подача воды на след резания в целях исключения возможности воспламенения метановоздушной смеси от фрикционных искр. В связи с этим большая часть эксплуатируемых на угольных предприятиях России проходческих комбайнов, конструкция которых не обеспечивает подачу воды на след резания реза, перестала соответствовать требованиям новых нормативных документов по безопасности.

С целью решения данного вопроса и подтверждения безопасной эксплуатации ком-

байнов в АО «НЦ ВостНИИ» поступили обращения ОАО «ОУК «Южжубассуголь» и ООО «Джой Глобал» на проведение исследований комбайна проходческого 12СМ30 (далее – комбайн).

Комбайн предназначен для механизации отбойки и погрузки горной массы при проведении подготовительных горных выработок или добыче угля, других полезных ископаемых при камерной системе отработки пластов. Основные параметры и размеры проходческих комбайнов типа 12СМ приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Основные параметры и размеры проходческих комбайнов типа 12СМ30

Технические характеристики комбайна	Норма
Производительность по углю, т/мин	10...38
Высота по исполнительному органу, м	2,3...6,0
Масса, т	41...95
Клиренс, мм	152...305
Среднее удельное давление гусениц на почву, МПа	0,154...0,234
Исполнительный орган: телескопическая стрела с 3-мя поперечно-осевыми барабанами или 2-мя барабанами и кольцевым баром	
Диаметр барабана, мм	763...1473
Ширина режущего органа, мм	3300...5800
Частота вращения барабанов, об/мин	32,5...81,0
Скорость резанья, м/мин	122...216
Количество электродвигателей, шт.	2
Номинальная мощность электродвигателей, кВт	110...285
Питатель: с нагребными звездочками или лапами	
Частота вращения звездочек (качания лап), об/мин	45...60
Количество и номинальная мощность электродвигателей, кВт	1 · 45 – 2 · 48
Конвейер: скребковый	
Скорость цепи, м/с	2,04; 2,45
Ширина желоба, мм	762; 965
Внутренняя высота боковины желоба, мм	152...406
Привод, кВт: от электродвигателей питателя или от отдельных электродвигателей 1 · 37; 2 · 37	
Ходовая часть: гусеничная	
Скорость передвижения, м/мин	4,6...19,8
Количество и номинальная мощность электродвигателей, кВт	2 · 26 – 2 · 50
Гидросистема: шестеренный насос	
Максимальное давление в гидросистеме, МПа	13,8; 17,23; 24,1
Вместимость бака, л	197 – 1230

Технические характеристики комбайна	Норма
Номинальная мощность электродвигателя насоса, кВт	26; 30; 35; 40
Система пылеподавления: орошение секторное с подводом воды в зоны резанья и пересыпа с пылеотсосом	
Минимальный расход воды на одну форсунку, л/мин	3,8
Минимальное давление воды на входе в форсунку (распылитель), кПа	1,38...1,725
Номинальная мощность электродвигателя вентилятора пылеотсоса, кВт	19; 26; 40
Система пожаротушения: водяная, независимая от системы пылеподавления	
Напряжение питания комбайна, В	1140; 3300
Установленная мощность электродвигателей, кВт	До 874
Назначенный ресурс, тыс. т	1000
Назначенный срок службы, лет	10

Для проведения исследований АО «НЦ ВостНИИ» была разработана «Программа и методика испытаний комбайна проходческого 12СМ30, находящегося в промышленной эксплуатации в условиях филиала «Шахта «Ерунаковская–VIII» ОАО «ОУК «Южкузбассуголь» для определения возможности ведения работ с присечкой пород опасных по фрикционному искрению» (далее – методика).

В соответствии с методикой исследования проводились в два этапа:

1. Стендовые и лабораторные испытания.
2. Шахтные испытания.

Первый этап включал:

1. Анализ технической и разрешительной документации на комбайн проходческий 12СМ30 с целью изучения схем, деталей, узлов и определения минимально и максимально возможных параметров давления и расхода воды системы орошения комбайна, а также установления соответствия разрешительной документации комбайна проходческого действующим нормативным документам по промышленной безопасности.

2. Анализ результатов ранее проведенных испытаний комбайна, подтверждающих безопасность проведения работ по пластам с включениями фрикционно опасной породы

для подтверждения возможности использования внешнего орошения комбайна в качестве взрывозащитного.

3. Осмотр и проверку основных узлов системы орошения комбайна.

4. Оценку работы, системы орошения комбайна при различных параметрах расхода и давления воды. Установление оптимальных параметров для проведения шахтных исследований.

Оценка работы и выбор оптимальных параметров системы орошения комбайна проводились при следующих параметрах давления жидкости: 1,5 МПа; 2,0 МПа; 2,5 МПа; 3,0 МПа. Было выполнено три испытания для каждого фиксированного параметра давления воды.

При оценке работы были зафиксированы следующие параметры:

- давление и расход воды на входе в систему охлаждения и орошения;
- давление воды на выходе из системы;
- наличие и работоспособность предохранительных блокировок;
- угол раствора факела сектора орошения и полнота охвата исполнительного органа комбайна факелом орошения. Результаты оценки параметров системы орошения представлены в таблице 2.



Таблица 2 – Результаты оценки параметров системы орошения

Давление воды на входе в систему орошения, ДПа	Давление воды на выходе из системы орошения (на оросителе), ДПа	Расход воды в системе орошения, л/мин	Угол раствора факела оросителя (форсунки), °	Полнота охвата исполнительного органа
1,5	1,0	110	70–71	не охватывает
2,0	1,2	112	72	не охватывает
2,5	1,6	113	73–74	не охватывает
3,0	2,0	115	77–80	не охватывает

Испытание фиксировалось на цифровую видеокамеру с последующей обработкой на компьютере с целью определения угла раствора факела сектора орошения и полноты охвата исполнительного органа комбайна факелом орошения (рисунки 1 – 4).



Рисунок 1 – Угол раствора факела оросителя при давлении на оросителе 1,0 МПа

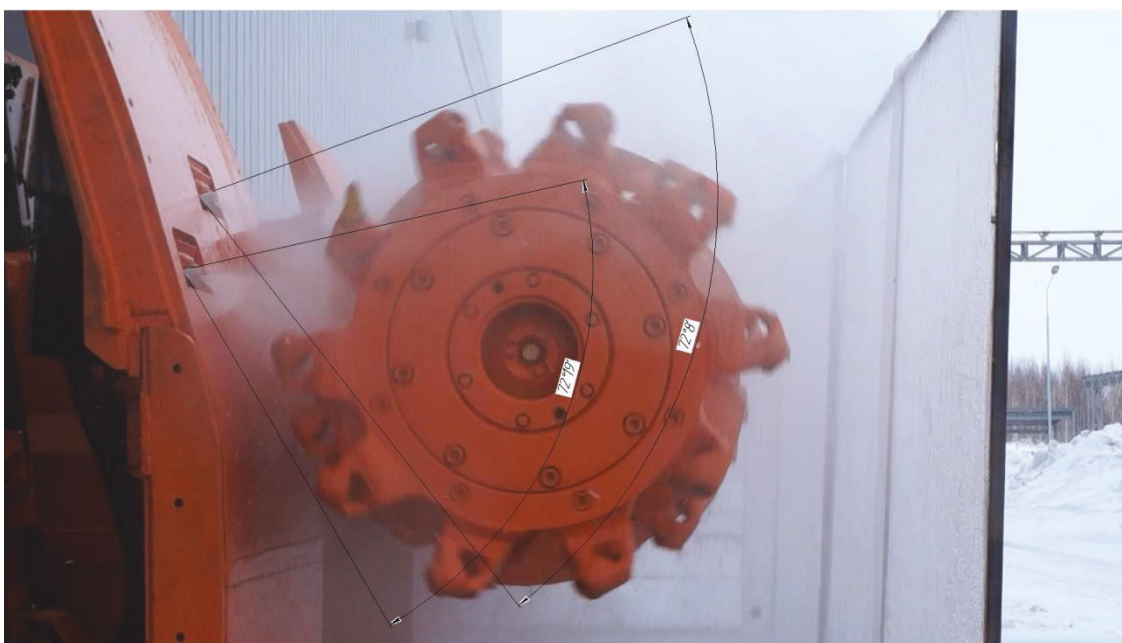


Рисунок 2 – Угол раствора факела оросителя при давлении на оросителе 1,2 МПа

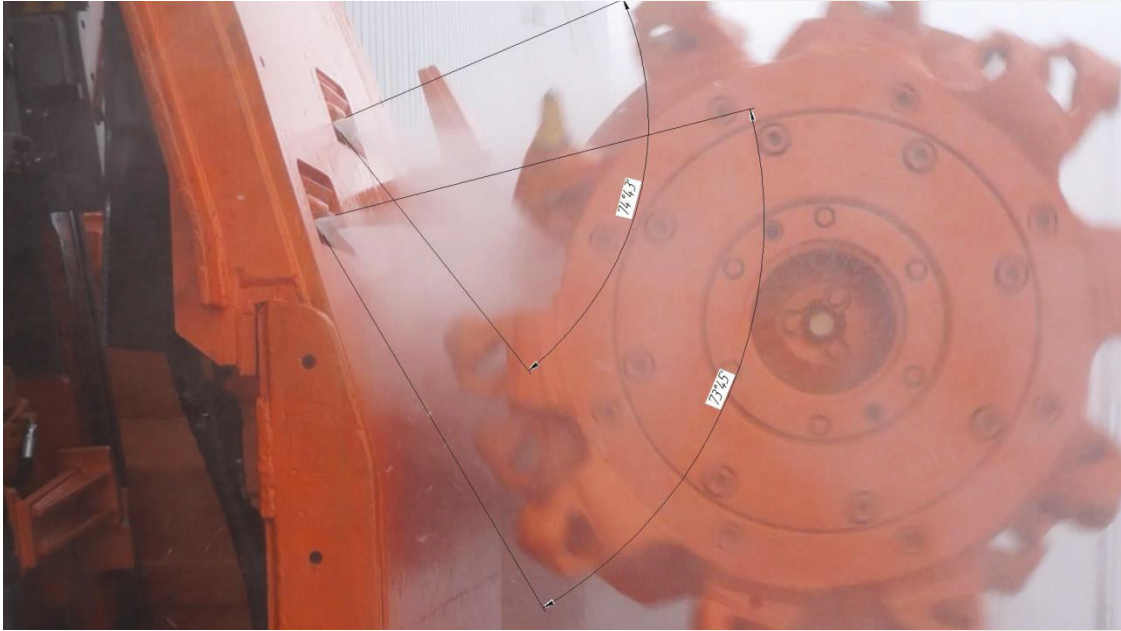


Рисунок 3 – Угол раствора факела оросителя при давлении на оросителе 1,6 МПа

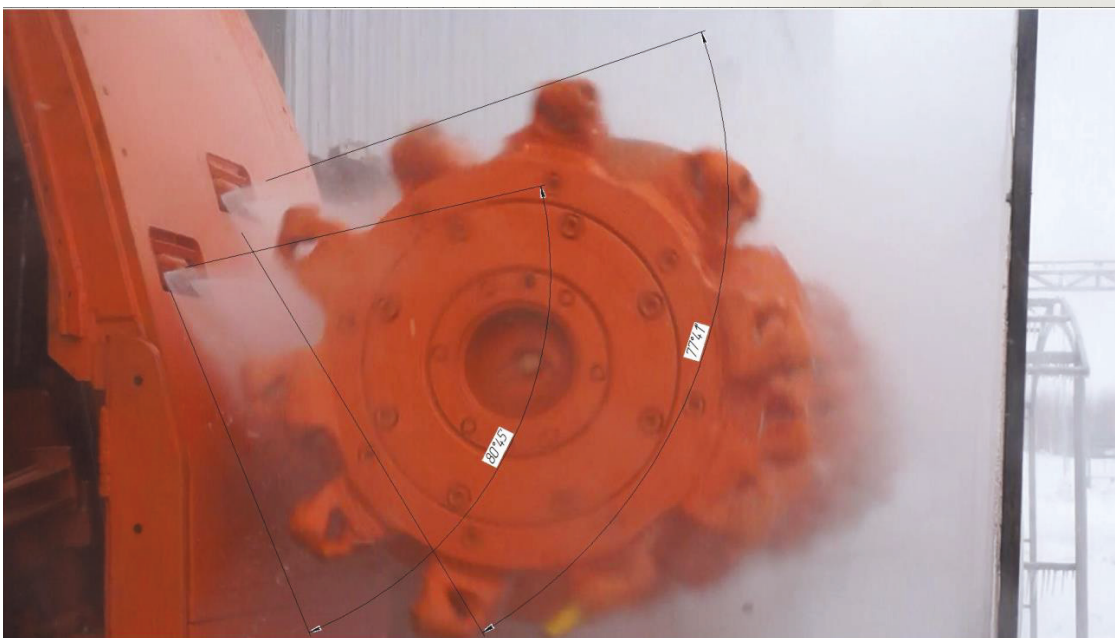


Рисунок 4 – Угол раствора факела оросителя при давлении на оросителе 2,0 МПа

5. Определение крепости и содержания диоксида кремния в образцах горных пород филиала «Шахта «Ерунаковская–VIII» ОАО «ОУК «Южкузбассуголь».

Определение крепости горных пород осуществлялось согласно ГОСТ 21153.1–75 «Метод определения коэффициента крепости по Протодяконову» [3]. Определение

содержания диоксида кремния осуществлялось согласно «Методическим указаниям на определение свободной двуокиси кремния в некоторых видах пыли», утвержденным Заместителем Главного государственного санитарного врача СССР А.И. Заиченко 24 апреля 1981 г. [4]. Результаты определения крепости горных пород представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Результаты определения крепости горных пород

Место отбора проб	Коэффициент крепости горных пород по Протоdjяконову				
	f1	f2	f3	f4	fcp
Пласт 45/48 Сопряжение заезда на вентиляционный штрек 48–6 и фланговым наклонным стволом	6,8	6,8	6,9	6,9	6,9

Таблица 4 – Результаты испытаний на определение возможности воспламенения метана от фрикционного трения резцов

Место отбора	Характеристика породы	Наименование резцов (тип)	Регистрация фрикционных искр	Регистрация воспламенения метана	Степень опасности
Пласт 45/48 Сопряжение заезда на вентиляционный штрек 48–6 и фланговым наклонным стволом	Алевролит	РШ30–75	Да	Да	Взрывоопасен
	Алевролит	РШ30–75	Да	Да	Взрывоопасен
	Алевролит	РШ30–75	Да	Да	Взрывоопасен

Второй этап (шахтные испытания) включал:

1. Проверку работы системы орошения с параметрами, установленными по результатам первого этапа проведения испытаний настоящей методики.

2. Испытания по проверке эффективности работы системы орошения проходили при проведении горной выработки по углю и породам. В ходе испытаний контролировались следующие параметры:

- давление и расход воды на входе в систему охлаждения и орошения;
- давление воды на выходе из системы

(перед блоком орошения);

- наличие и работоспособность предохранительных блокировок;
- запыленность воздуха рабочей зоны (согласно ГОСТ Р 55175–2012 [5]);
- оценка безопасности и эффективности работы системы орошения (полнота охвата факелом орошения исполнительного органа комбайна и зоны резания, температура нагрева следа резания, наличие фрикционных искр).

Основные показатели, характеризующие эффективность работы системы орошения комбайна, представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Основные показатели, характеризующие эффективность работы системы орошения комбайна

Давление воды на входе в систему орошения, ДПа	Давление воды на выходе из системы орошения (на оросителе), ДПа	Расход воды в системе орошения, л/мин	Запыленность воздуха на рабочем месте машиниста комбайна, мг/м3	Максимальная температура следа резания, зафиксированная при испытаниях, °С	Регистрация фрикционных искр	Полнота охвата исполнительного органа
2,0	1,2	110	186,9	48,8	отсутствуют	не охватывает
2,5	1,6	112	184,7	39,5	отсутствуют	не охватывает
3,0	2,0	113	177,4	34,2	отсутствуют	не охватывает

3. Определение температуры следа резания при проведении горной выработки.

Измерения проводились тепловизором при работе по проходке комбайном выработки с различными породами (уголь, порода, уголь с присечкой породы). При измерениях

осуществлялся постоянный контроль содержания метана в местах измерений. Результаты максимальных показателей температуры следа резания, зафиксированных при испытаниях, приведены на рисунках 5 – 7.



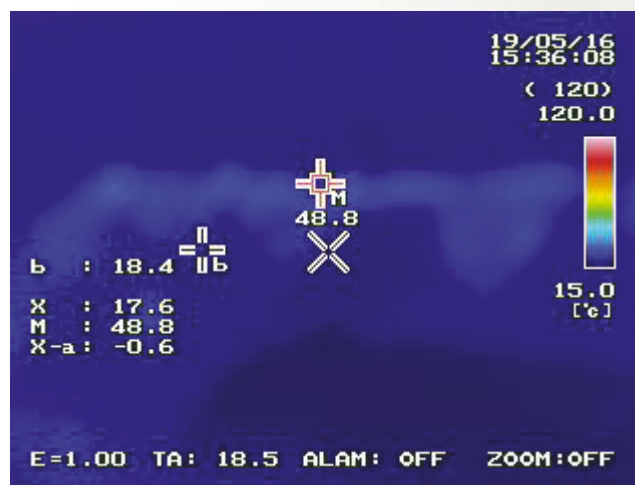


Рисунок 5 – Температуры следа резания при давлении на оросителе 1,2 МПа



Рисунок 6 – Температуры следа резания при давлении на оросителе 1,6 МПа



Рисунок 7 – Температуры следа резания при давлении на оросителе 2,0 МПа

4. Оценка эффективности работы пылеотсоса.

Оценка эффективности работы пылеотсоса осуществлялась посредством замера запыленности воздуха рабочей зоны при проведении выработки с работающим пылеотсосом

и без него путем сравнения показаний запыленности воздуха. Замер запыленности воздуха проводился согласно ГОСТ Р 55175-2012 [5]. Результаты оценки эффективности работы пылеотсоса приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Результаты оценки эффективности работы пылеотсоса

Место замера концентрации пыли	Концентрация пыли с работающим пылеотсосом, мг/м <sup>3</sup>	Концентрация пыли с отключенным пылеотсосом, мг/м <sup>3</sup>	Эффективность работы пылеотсоса, %
10–15 м от комбайна	194,8	257,8	24,5

Проведенные исследования показали следующее:

1. При давлении воды на входе в систему орошения комбайна от 1,5 до 2,5 МПа не происходит полного раскрытия угла раствора факела форсунок внешнего орошения комбайна.

2. При разработке массива горных пород исполнительным органом (поперечно-осевым барабаном) комбайна в верхней части проходческого забоя (на высоте 2,5–3 м от почвы) водовоздушный факел системы орошения не охватывает левую и правую части исполнительного органа (на расстоянии 0,2–0,4 м от торцов исполнительного органа).

3. Выявлена низкая эффективность пылеотсоса, установленного на комбайне, вследствие значительного превышения объемов запыленного воздуха по сравнению с объемами, предусмотренными технической документацией на комбайн.

Для обеспечения полного орошения исполнительного органа комбайна и следа резания в месте динамического контакта резца и фрикционно опасной горной породы предложены следующие мероприятия:

1. Замена в блоках орошения (картриджах) на стреле исполнительного органа комбайна заводских оросителей на оросители со следующими техническими характеристиками:

- форма факела – сплошной конус;
- угол раствора факела – не менее 60°;
- длина активной зоны факела при давлении 2,0 МПа – 2,0–2,5 м;

- рабочее давление – не менее 2,0 МПа;
- расход воды – не менее 2,5 л/мин.

2. Дополнительная установка в блоки орошения, находящиеся на стреле исполнительного органа комбайна, направленные в сторону левой и правой торцевой части поперечно-осевого барабана, по одному оросителю.

Принимая во внимание приведенные замечания при дальнейшей эксплуатации комбайна необходимо разрабатывать дополнительные меры по борьбе с пылью и пылевзрывозащите для каждого забоя.

### Вывод

Учитывая опыт ранее проведенных испытаний, подтверждающих безопасность проведения работ по пластам с включениями фрикционно опасных пород, а также предварительные результаты проведенных исследований, можно отметить, что система внешнего орошения комбайна при определенных параметрах давления и расхода жидкости на оросителях, угла раствора факела орошения, длины активной зоны факела и выполнении комплекса дополнительных мероприятий по борьбе с пылью и пылевзрывозащите для конкретного забоя может обеспечивать безопасную эксплуатацию комбайна, т.е. выполнять функцию взрывозащитного орошения.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности в угольных шахтах». – Серия 05. – Выпуск 40. – М.: ЗАО НТЦ ПБ, 2014. – 200 с.
2. Инструкция по борьбе с пылью в угольных шахтах: приказ об утверждении федеральных норм и правил в области промышленной безопасности от 14. окт. 2014 г. № 462. URL: <http://docs.cntd.ru/document/420229046> (дата обращения 01.06.2017).
3. ГОСТ 21153.1–75. Породы горные. Метод определения коэффициента крепости по Протождьяконо-



ву. URL: <http://meganorm.ru/Index2/1/4294852/4294852871.htm> (дата обращения 02.06.2017).

4. Методические указания на определение свободной двуокиси кремния в некоторых видах пыли: утв. 24.04.1981 г. N 2391–81. URL: <http://meganorm.ru/Index2/1/4293826/4293826418.htm> (дата обращения 02.06.2017).

5. ГОСТ Р 55175–2012. Атмосфера рудничная. Методы контроля запыленности. – М.: Стандартинформ, 2014. – 20 с.

**S.I. Goloskokov**

Candidate of Technical Science, laboratory head  
JSC «NC VostNII», Kemerovo  
e-mail: [s.goloskokov@nc-vostnii.ru](mailto:s.goloskokov@nc-vostnii.ru)

**V.A. Kopytin**

Candidate of Technical Science, Expert  
Examination and Certification Director  
JSC «NC VostNII», Kemerovo  
e-mail: [kopytin@nc-vostnii.ru](mailto:kopytin@nc-vostnii.ru)

**M.Yu. Koptev**

Leading engineer  
JSC «NC VostNII», Kemerovo

**A.P. Kostrykin**

Senior researcher of laboratory  
JSC «NC VostNII», Kemerovo  
e-mail: [a.kostrykin@nc-vostnii.ru](mailto:a.kostrykin@nc-vostnii.ru)

**HARVESTER 12CM30 TESTING IN THE CONDITIONS OF BRANCH «MINE «ERUNAKOVSKAJA-VIII» JSC «UCC «YUZHCUZBASSUGOL»»**

*Results of bench and in-mine testing of irrigation system of the harvester 12CM30 are given. The analysis of irrigation system work of the harvester 12CM30 is done. The measures for the safe operation of the harvester in the seams containing friction hazard rocks, under which is provided a complete irrigation of the actuating device of the harvester and the cutting trace in place of the dynamic contact of cutter and friction hazard rock are given.*

*Key words: HARVESTER, FRICTIONALLY HAZARDOUS ROCKS, IRRIGATION SYSTEM, IRRIGATION TORCH, EXPANSION ANGLE, CUTTING TRACE*

**REFERENCES**

1. Federalnye normy i pravila v oblasti promyshlennoj bezopasnosti «Pravila bezopasnosti v ugolnyh shahtah» (Federal Norms and Regulations in the Field of Industrial Safety. Safety Rules in the Coal Mines). Ser. 05. Iss. 40. – Moscow: ZAO NTC PB, 2014. p. 200.

2. Instrukcija po borbe s pylju v ugolnyh shahtah: prikaz ob utverzhdenii federalnyh norm i pravil v oblasti promyshlennoj bezopasnosti ot 14. okt. 2014 g. № 462 (Instruction on dust prevention in coal mines). URL: <http://docs.cntd.ru/document/420229046> (accessed date 01.06.2017).

3. GOST 21153.1–75. Porody gornye. Metod opredelenija koeficienta kreposti po Protodjakonovu (Rocks. Method for the determination of strength factor according to Protodyakonov). URL: <http://meganorm.ru/Index2/1/4294852/4294852871.htm> (accessed date 02.06.2017).

4. Metodicheskie ukazaniya na opredelenie svobodnoj dvoukisi kremnija v nekotoryh vidah pyli: utv. 24.04.1981 g. N 2391–81 (Methodical instructions for the determination of free silica in some types of dust.). URL: <http://meganorm.ru/Index2/1/4293826/4293826418.htm> (accessed date 02.06.2017).

5. GOST R 55175–2012. Atmosfera rudnichnaja. Metody kontrolja zapylennosti (Mine atmosphere. Methods of dust content control). Moscow: Standartinform, 2014. p. 20.