

Современные способы создания оборудования для комплексно-механизированных забоев с высокими требованиями к его надежности

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2021-5-43-46>

В статье отражена актуальность вопроса создания надежного горношахтного оборудования комплексно-механизированного забоя, рассмотрены мероприятия, повышающие надежность работы изделия, применяемые на этапах его создания.

Ключевые слова: горно-шахтное оборудование, комплексно-механизированный забой, надежность горного оборудования, механизированная крепь, производство горношахтного оборудования, роботизация и автоматизация производства горношахтного оборудования.

Для цитирования: Салин Д.В., Бублик М.Л., Скуратович С.Б., Сипливый А.В., Маленков Д.С. Современные способы создания оборудования для комплексно-механизированных забоев с высокими требованиями к его надежности // Уголь. 2021. № 5. С. 43-46. DOI: 10.18796/0041-5790-2021-5-43-46.

АКТУАЛЬНОСТЬ

В горнодобывающей отрасли прослеживается устойчивая динамика увеличения нагрузки на очистной забой с одновременным сокращением общего количества забоев. За последние двадцать лет количество шахт, имеющих одну-две лавы, значительно увеличилось. Так, на 2020 г. из 58 действующих в Российской Федерации шахт почти 50% имеют одну среднедействующую лаву.

Недопустимость простоев комплексно-механизированных забоев в этих лавах диктует соответствующие требования к надежности оборудования, своевременному техническому обслуживанию и оперативной реакции изготовителя на устранение возможных отказов как в гарантийный, так и постгарантийный периоды. Длительные простои лавы часто недопустимы не только по причине экономического характера, но и по горно-геологическим факторам, которые могут привести вплоть до потери основного оборудования механизированного комплекса.

Учитывая, что стоимость крепи в объеме всего оборудования добычного участка составляет до 50% и в объеме оборудования очистного механизированного комплекса лавы – до 75% (в зависимости от комплектации самого комплекса и функциональности секций), а возможные ее отказы приводят к значительно большим финансовым потерям как для изготовителя, так и для эксплуатирующей стороны, в статье рассмотрены мероприятия по снижению рисков, принимаемые изготовителем в процессе создания горно-шахтного оборудования.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОБОРУДОВАНИЯ

С каждым годом требования, предъявляемые к конструкции секций механизированных крепей, становятся все выше и выше, соответственно, повышаются и требования к предприятиям, создающим эту про-

САЛИН Д.В.

Директор филиала УПП «Нива»
«Завод горно-шахтного оборудования»,
223710, г. Солигорск, Республика Беларусь

БУБЛИК М.Л.

Заместитель главного инженера –
начальник инженерного центра
филиала УПП «Нива»
«Завод горно-шахтного оборудования»,
223710, г. Солигорск, Республика Беларусь

СКУРАТОВИЧ С.Б.

Главный конструктор
филиала УПП «Нива»
«Завод горно-шахтного оборудования»,
223710, г. Солигорск, Республика Беларусь

СИПЛИВЫЙ А.В.

Главный технолог
филиала УПП «Нива»
«Завод горно-шахтного оборудования»,
223710, г. Солигорск, Республика Беларусь

МАЛЕНКОВ Д.С.

Главный конструктор проекта
филиала УПП «Нива»
«Завод горно-шахтного оборудования»,
223710, г. Солигорск, Республика Беларусь

дукцию. На примере высоконагруженной и многофункциональной секции крепи КН-16/37 в данной статье будут рассмотрены современные подходы, примененные при ее создании.

Секция крепи КН-16/37 является продукцией конкретного назначения и применима для отработки угольных месторождений длинными столбами с углами наклона до $\pm 35^\circ$ вдоль лавы и от -10° до $+15^\circ$ – вдоль столба, имеющих тяжелую кровлю и почву с низкой прочностью на вдавливание. По совокупности технических характеристик секция крепи КН-16/37 уникальна в своем классе. Невосприимчивость секции составляет 8020 кН при шаге ее установки 1,5 м. Сопротивление крепи для поддержания кровли в лаве составляет 1100 кН/м^2 , но в то же время среднее давление на почву не превышает 2,1 МПа. Высокое сопротивление секции обеспечивается двумя телескопическими гидростойками с диаметром поршня первой ступени $d = 345 \text{ мм}$. Это наиболее мощные гидростойки, которыми удалось оснастить секции с шагом установки 1,5 м. Секция крепи имеет раздвижность от 1,6 до 3,7 м, оснащена электрогидравлической системой управления на 20 функций, которая позволяет автоматизировать работу крепи и обеспечить высокий темп продвижения очистного забоя. Основание секции типа «жесткий катамаран» оснащено механизмом подъема его передней части и домкратом боковой корректировки. Перекрытие имеет гидроподжимную консоль с выдвижным пеналом и щитом удержания поверхности забоя с углом раскрытия 180° . Удельное сопротивление на конце передней консоли секции КН-16/37 в 2,8 раза превышает величину, требуемую стандартами, что повышает эффективность работы секции в условиях неустойчивой кровли в призабойной зоне. Ограждение и перекрытие имеют выдвижные борты с одной из сторон секции с возможностью переналадки их на выдвижение с другой стороны. В задней части ограждение оснащено телескопическим щитом, предназначенным для улучшения защиты внутрисекционного пространства секции от воздействия породы и пыли из выработанного пространства при продвижении лавы вниз по столбу. Балка передвижки оснащена домкратом для управления конвейером в вертикальной плоскости для улучшения зачистки при пе-

редвижке забойного конвейера. Секции оснащаются системой пылеподавления, работающей в автоматическом режиме при передвижке. Дополнительно секция может быть укомплектована устройством удержания конвейера и устройством удержания соседних секций, что актуально при отработке пластов с большими углами залегания вдоль лавы.

МЕТОДЫ СНИЖЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО РИСКА ПРИ СОЗДАНИИ ИЗДЕЛИЙ

Жизненный цикл изделия состоит из нескольких этапов: инжиниринг, изготовление, испытание и эксплуатация. Создание современного оборудования требует прогрессивных подходов к минимизации рисков. На предприятии проведена комплексная программа снижения технического риска, предусматривающая модернизацию всего бизнес-процесса создания изделия. Рассмотрим применяемые в филиале УПП «Нива» «Завод горношахтного оборудования» методы снижения этих рисков по каждому этапу жизненного цикла изделия.

На этапе инжиниринга важной составляющей снижения риска являются уровень специализации и профессиональный опыт инженерного состава. Помимо базового профильного образования инженеры получают практический опыт внедрения разработанного оборудования. Тесная связь с эксплуатирующей организацией позволяет более объективно производить оценку работы изделий, тем самым минимизировать технический риск в последующих разработках. За более чем двадцатилетний опыт создания оборудования на предприятии закрепилась практика «обратной связи» через сервисную группу и периодические встречи с горняками.

Регулярно выделяемое финансирование на проведение исследовательских и опытно-конструкторских работ позволяет инженерам получать новые профессиональные знания, а предприятию – занимать лидирующие позиции в отрасли.

Используемая на предприятии современная лицензионная система автоматизированного проектирования SolidWorks с модулем прочностного анализа SW Simulation и модулем силового анализа в движении SW Motion позволяет оценить характеристики и проч-

ность будущего изделия еще на стадии его разработки. Это позволяет оптимизировать конструкцию и рационально подобрать конструкционные материалы (рис. 1).

Интегрированная система технологической подготовки производства станков с ЧПУ SolidCAM с модулями iMachining, SolidCAM Milling, SolidCAM Turning, программа комплексного раскроя листового проката «Техтран» позволяют автоматизировать процесс подготовки производства, что исключает влияние человеческого фактора в процессе изготовления деталей и возможности отклонения от технологического процесса. На предприятии с 2018 г. внедре-

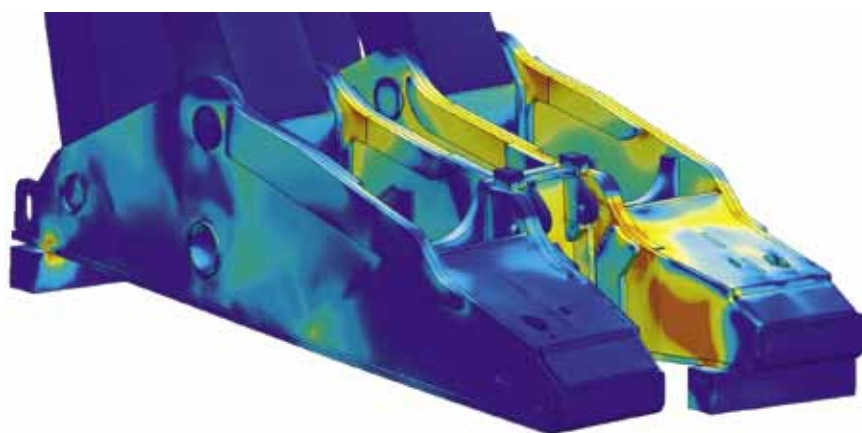


Рис. 1. Эпюра напряженно-деформированного состояния основания секции крепи КН-16/37 в SW Simulation

на и действует система менеджмента качества ISO 9001, стандартизирующая весь процесс управления проектированием и производством. Внедренный программный комплекс автоматизации и информационной поддержки бизнес-процессов LS12 позволяет в полной мере планировать и контролировать весь этап производства, исключая при этом возможность отгрузки продукции, не прошедшей независимый контроль качества.

Роботизация и автоматизация производства позволила предприятию повысить качество выпускаемой продукции и значительно снизить вероятность появления брака при больших объемах выпуска. В рамках технического переоснащения производства на предприятии внедрены четыре роботизированных комплекса для сварки металлоконструкций и три роботизированных комплекса для сварки цилиндров. Автоматизированы процессы механической обработки, упрочнения поверхностей ТВЧ, шлифования, нанесения гальванического покрытия, объемной термической обработки. Станочный парк токарно-фрезерной группы с числовым программным управлением интегрирован в общую систему мониторинга промышленного оборудования CNC Visual, позволяющего в реальном времени контролировать изготовление деталей на заданных режимах резания (рис. 2, 3, 4).

При изготовлении вся силовая и управляющая гидравлика проходят стендовые нагрузочные испытания. Секции крепи проходят обязательную проверку на функциональность, соответствие заявленным характеристикам и международным стандартам.

На введенном в эксплуатацию стенде СТН 2000 (рис. 5, 6) проводятся статические и ресурсные испытания секций высотой до 6 м с максимальным нагрузочным усилием 20 000 кН, что позволяет предприятию испытать любую секцию крепи, применяемую в условиях угольных и калийных бассейнов шахт Российской Федерации, Республики Казахстан и Беларуси.

РЕЗУЛЬТАТЫ ВНЕДРЕНИЯ КОМПЛЕКСНОЙ ПРОГРАММЫ СНИЖЕНИЯ РИСКА

Филиал УПП «Нива» «Завод горно-шахтного оборудования» специализируется на разработке и изготовлении секций крепи с 2003 г. За это время разработано более 40 моделей и произведено более 5 300 шт. секций крепи.



Рис. 2. Роботизированный комплекс CLOSS для сварки металлоконструкций



Рис. 3. Роботизированный комплекс Kawasaki для сварки цилиндров с автоматическим подогревом заготовки токами высокой частоты



Рис. 4. Линия нанесения гальванического покрытия Voving

Внедрение программы снижения риска позволило предприятию выйти на новый уровень качества продукции и оперативности выполнения взятых на себя обязательств.

Недавним инновационным проектом была секция крепи КН-15/30, являющаяся предшественником крепи КН-16/37. Реализация программы позволила создать сек-



Рис. 5. Стендовые испытания секции крепи КН-16/37



Рис. 6. Операторная стенда СТН 2000

цию крепи КН. Проектирование «с чистого листа» и изготовление опытной партии заняли 6 мес. Секции успешно прошли стендовые испытания и часть эксплуатационных испытаний. В настоящий момент механизированный комплекс находится в стадии перемонтажа, а испытания опытной партии секции планируется продолжить на другом выемочном участке до отработки запланированного объема ресурсных испытаний. В рамках стендовых испытаний и отработки первого столба секции крепи подтвердили свои заявленные характеристики.

В продолжение развития данной темы приглашаем всех желающих посетить стенд № 34 «Нива-Холдинг» на выставке «Уголь России и Майнинг – 2021» в г. Новокузнецке и поделиться своим опытом создания и эксплуатации современного ГШО.

Original Paper

UDC 622.232.8.002.2 © D.V. Salin, M.L. Bublik, S.B. Skuratovich, A.V. Sipliviy, D.S. Malenkov, 2021
 ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2021, № 5, pp. 43-46
 DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2021-5-43-46>

Title

MODERN METHODS OF CREATING EQUIPMENT FOR COMPLEX-MECHANIZED FACES WITH HIGH REQUIREMENTS FOR ITS RELIABILITY

Authors

Salin D.V.¹, Bublik M.L.¹, Skuratovich S.B.¹, Sipliviy A.V.¹, Malenkov D.S.¹

¹ Branch of UPP "Niva" Plant of mining equipment, Soligorsk, 223710, Republic of Belarus

Authors' Information

Salin D.V., Director

Bublik M.L., Deputy Chief Engineer – Head of the Engineering center

Skuratovich S.B., Chief Designer

Sipliviy A.V., Chief Technologist

Malenkov D.S., Chief Project Designer

Abstract

The paper reflects the relevance of the issue of creating reliable mining equipment for complex-mechanized slaughtering, considers measures that increase the reliability of the product used at the stages of its creation. In the mining industry, there is a steady trend of increasing the load on the treatment face with a simultaneous reduction in the total number of faces. Over the past twenty years, the number of mines with one or two lavas has increased significantly. The inadmissibility of downtime of complex-mechanized faces in these lavas dictates the appropriate requirements for the reliability of equipment, timely maintenance and prompt response of the manufacturer to eliminate possible failures both in the warranty and post-warranty periods. Prolonged downtime of lava is often unacceptable not only because of the economic nature, but also because of mining and geological factors, which can lead to the loss of the main equipment of the mechanized

complex. Given that the cost of the support in the volume of all equipment of the mining site is up to 50% and in the volume of equipment of the mechanized lava treatment complex-up to 75% (depending on the configuration of the complex itself and the functionality of the sections), and its possible failures lead to significantly greater financial losses for both the manufacturer and the operating party, the paper considers measures to reduce risks taken by the manufacturer in the process of creating mining equipment.

Keywords

Mining equipment, Complex-mechanized face, Reliability of mining equipment, Mechanized support, Production of mining equipment, Robotization and automation of production of mining equipment.

For citation

Salin D.V., Bublik M.L., Skuratovich S.B., Sipliviy A.V. & Malenkov D.S. Modern methods of creating equipment for complex-mechanized faces with high requirements for its reliability. Ugol', 2021, (5), pp. 43-46. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2021-5-43-46.

Paper info

Received April 11, 2021

Accepted April 15, 2021

MINING EQUIPMENT