

DOI: <https://doi.org/10.54422/1994-439X.2022.2-52.93-101>

УДК 621.921

канд. техн. наук, доц. Бабич В.Е.

ПРИМЕНЕНИЕ АЛМАЗНО-ОТРЕЗНОГО ИНСТРУМЕНТА ПРИ ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

Государственное учреждение образования «Университет гражданской защиты Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь», г. Минск

Представлен анализ существующих конструкций отрезных кругов, применяемых при ликвидации чрезвычайных ситуаций. Рассмотрены эксплуатационные требования, предъявляемые к отрезному инструменту. Выполнен анализ возможности безопасного применения абразивных и алмазных дисков при ликвидации чрезвычайных ситуаций, связанных с необходимостью разрезания различных материалов и их комбинаций. Предложены рекомендации по проведению аварийно-спасательных работ, связанных со вскрытием входных дверей алмазно-отрезным диском. Проведены исследования по определению оптимальных концентраций алмазных зерен и зернистости алмазных отрезных дисков, применяемых при резании дверных полотен.

Ключевые слова: аварийно-спасательный инструмент, абразивно-отрезные устройства, алмазно-отрезные диски, вскрытие входных дверей

Ph.D. (Tech.), Associate Professor V.E.Babich

USING THE DIAMOND-CUTTING TOOL FOR ELIMINATION OF EMERGENCY SITUATIONS

State Educational Institution «University of Civil Protection of the Ministry of Emergency Situations of the Republic of Belarus», Minsk

An analysis of existing constructions of diamond cutting discs used during emergency response is presented. Operating requirements for cutting tools are considered. An analysis is made of the possibilities of safe use of abrasive and diamond wheels under emergency situation management connected with the necessity of cutting various materials and their combinations. Recommendations on carrying out emergency rescue works connected with the necessity of opening the entrance door with a diamond cutting wheel are offered. Investigations on determination of optimum concentrations of diamond grains and grain size of diamond cutting wheels used at cutting the door leafs are performed.

Keywords: rescue tools, abrasive cut-off devices, diamond cutting wheels, opening of entrance doors

Бедствия стихийного и техногенного характера происходят ежедневно и сопровождаются разрушениями, а также человеческими жертвами. Практически при каждой чрезвычайной ситуации спасатели

используют аварийно-спасательный инструмент (далее – АСИ), от оперативности применения и эффективности которого зависят жизни людей.

В городских условиях наиболее распространенной чрезвычайной си-

туацией является возгорание в жилых помещениях, для ликвидации которого спасателям необходимо

проникнуть внутрь помещений (рисунок 1).



Рисунок 1. – Операции по резке элементов входной двери

В ряде случаев спасателям приходится выполнять операции по разбору завалов, образовавшихся при

взрывах, с целью деблокирования пострадавших (рисунок 2).



Рисунок 2. – Последствия чрезвычайных ситуаций, связанных с разрушением конструкций

Сформированные при ликвидации чрезвычайных ситуаций завалы (в зависимости от функционального назначения зданий) формируются из элементов, входящих в состав со-

оружий, а именно из бетона и железобетона (стены, элементы перекрытий), различных видов блоков и кирпича, металлических элементов (двери, решетки, поручни и т.д.),

деревянных элементов (полы, мебель и т. д.), пластиковых окон, а также комбинаций перечисленных материалов. При этом основной задачей спасательных служб является разделение строительных материалов, входящих в состав зданий, до

размеров, позволяющих выполнить их удаление из зоны разрушения.

В соответствии с [1] АСИ по конструктивному признаку разделяется на механический, электрический, гидравлический и пневматический (рисунок 3).



Рисунок 3. – Классификация АСИ

Из опыта применения АСИ в зонах разрушений строительных конструкций, пожаров в зданиях и сооружениях наиболее универсальным, мобильным, высокоэффективным инструментом является механический с бензоприводом (бензорез), позволяющий выполнять резание различных материалов, в том числе их комбинаций [2].

Основными преимуществами бензорезов являются незначительная масса, высокая мобильность, относительно низкая стоимость по сравнению с другими АСИ, высокая производительность и простота в эксплуатации.

Рабочим органом бензореза

является абразивный диск, приводящийся в движение от двухтактного двигателя сгорания. Наибольшее распространение получили абразивно-отрезные диски на бакелитовой связке (рисунок 4а) и алмазные диски на металлической связке (рисунок 4б).

Абразивно-отрезные диски, как правило, применяются при резке металлических конструкций, алмазно-отрезные – при резке бетона и железобетона. При ликвидации чрезвычайных ситуаций работы с использованием абразивно-отрезных устройств ведутся без охлаждения (сухая резка).

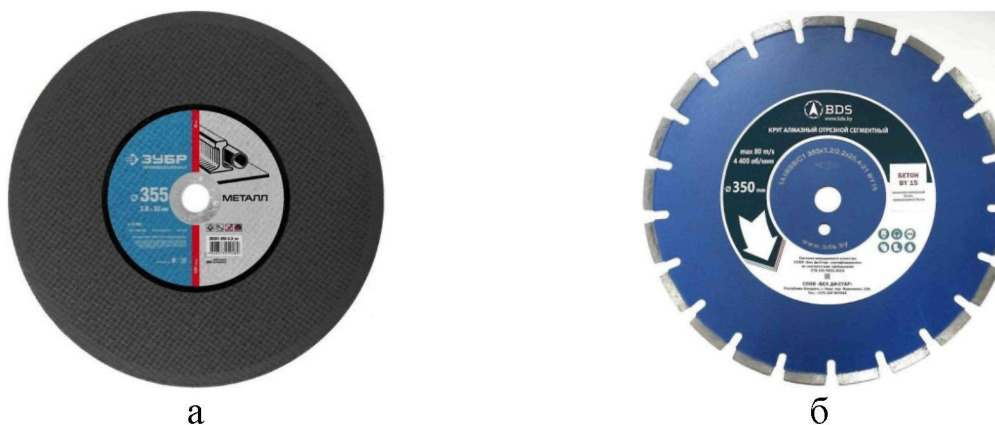


Рисунок 4. – Абразивные диски на:
а – бакелитовой связке; б – металлической связке

Абразивно-отрезные диски изготавливаются с армирующими стеклосетками, пропитанными составами на основе формальдегидной смолы [3]. В качестве абразивных элементов используются электрокорунд и карбидокремниевые абразивные материалы. Связующим элементом при изготовлении абразивных отрезных дисков является бакелитовая или вулканитовая связка.

Абразивно-отрезные диски на бакелитовой связке обладают высокой ударной прочностью, позволяющей данному инструменту работать при высоких нагрузках и скоростях резания. К недостаткам данного типа связки следует отнести низкую теплостойкость (деструкция связки происходит при температурах 400–700 °С) и неустойчивость к воздействию щелочных растворов, что ограничивает применение охлаждающих жидкостей.

Абразивно-отрезные диски должны храниться в сухих, проветриваемых помещениях при положительной температуре (рекомендуется 20 °С) и относительной влажности воздуха не более 70 %. При работе необходимо избегать больших колебаний температур. Данный инструмент не должен храниться совместно с химически активными веществами, вблизи отопительных элементов и не должен подвергаться воздействию солнечных лучей. Диски не должны подвергаться резким толчкам, ударам и воздействию влаги. Гарантийный срок хранения и эксплуатации (в зависимости от производителя) составляет от 6 до 36 месяцев с даты изготовления при соблюдении условий хранения. Использование абразивно-

отрезных дисков после истечения срока годности, указанного на каждом из них, категорически запрещено [4]. Неправильная эксплуатация может привести к потере работоспособности инструмента, расслоению и его разрушению.

Алмазно-отрезные диски менее требовательны к условиям хранения и эксплуатации. Основными режущими элементами диска являются алмазные зерна, выступающие над поверхностью обода и контактирующие с обрабатываемой поверхностью. Конструктивно алмазно-отрезной диск представляет собой стальной корпус, на котором расположены режущий слой и посадочное отверстие [5]. Алмазно-отрезные диски наиболее эффективны при резке камня, бетона, железобетона, кирпича, строительных блоков и т.д. Определенные требования к хранению и срокам эксплуатации алмазно-отрезных дисков отсутствуют.

Анализ возможностей применения абразивных и алмазных дисков при ликвидации чрезвычайных ситуаций, связанных с резанием различных типов материалов, в том числе комбинаций материалов, с точки зрения эффективности, условий эксплуатации и безопасности позволяет определить наиболее предпочтительными алмазно-отрезные инструменты.

Режущий слой алмазно-отрезного диска, как правило, изготавливают прерывистыми, что обеспечивает в процессе резания формирование турбулентных потоков воздуха, создаваемых сегментами, что обеспечивает высокую охлаждаемость зоны резания. Изготавливается

данный инструмент путем напайки или приварки сегментов к корпусу. Конструктивно корпуса сегментных кругов выполняются с различными по форме межсегментными впадинами. Данные впадины необходимы для снижения температуры и уменьшения деформации диска. Формы впадин разнообразны, нижняя часть выполняется радиусной для уменьшения напряжений, возникающих в процессе работы. Сегментные круги осуществляют циклический процесс резки, что способствует повышению эффективности процесса резания. Снижение составляющих силы резания происходит по причине снижения сопротивления выходу стружки, улучшения процесса стружкообразования и условий отвода шлама из зоны резания.

Конструкция режущих сегментов является важным элементом, входящим в систему «отрезной диск – режущий сегмент – обрабатываемое изделие» и влияющим на эффективность резания. Правильный выбор формы сегментов позволяет повысить производительность, снизить уровень шума, уменьшить абразивный износ поверхностей диска и сегментов.

При использовании алмазно-отрезных кругов, применяемых для ликвидации чрезвычайных ситуаций, связанных с необходимостью разрезания комбинаций различных материалов, целесообразно использовать однородные и простые по форме сегменты конической формы или с боковой турбированной поверхностью с целью снижения потребляемой мощности за счет

уменьшения бокового трения сегментов о разрезаемый материал [6].

В более чем 80 % случаев при ликвидации чрезвычайных ситуаций спасатели применяют АСИ при вскрытии входных дверей, конструкции которых различны, но при этом наблюдается тенденция в использовании металлических дверей с усиленными составными элементами (противовзломные боковые штыри, внутренние армированные сетчатые каркасы с тепло-звукоизоляционным слоем и т.д.). Использование при изготовлении дверей различных конструктивных элементов и комбинаций материалов сказывается на эффективности проводимых спасателями действий [7].

Широкое распространение получили комбинированные двери, состоящие из одного наружного стального листа и внутреннего из других материалов, таких как ДСП, фанера, полимерные плиты и др., и двери типа «сэндвич», состоящие из двух завальцованных листов рулонной стали и слоя утеплителя между ними.

Коробки (рамы) в соответствии с [8] изготавливаются из гнутого профиля толщиной не менее 1,2 мм или прямоугольного профиля сечением не менее 40...50 мм. Входные изделия могут быть изготовлены из металлического уголка, профильной трубы стандартного или усиленного типа. Стандартные двери из металла представляют собой полотно (листовой железный каркас различной толщины), приваренное на ребра жесткости. Различают одно- и двухслойные конструкции дверей. Как правило, металлические двери уком-

плектовываются двумя замками – основным и дополнительным («верхний» и «нижний»). Основным является нижний замок и именно от его качества зависит взломостойкость двери.

В качестве изоляционных материалов металлических дверей в большинстве случаев используются пенопропиленовые панели, пенопласт или их аналоги. Крепление двери к каркасу выполняется петлями.

Практический опыт работы спасателей определил последовательность операций по вскрытию металлических входных дверей с использованием алмазно-отрезного инструмента. От оперативности выполняемых работ напрямую зависят

последствия чрезвычайных ситуаций и эффективность спасательных работ [9].

В большинстве случаев последовательность работ спасателями по вскрытию входных дверей следующая (рисунок 5):

– удаление обивки (при наличии на входной двери) топором пожарного для исключения возгорания и определения конструктивных особенностей и материала, из которого изготовлена дверь;

– выполнение косого надреза длиной 15–20 см в наружном листе двери на расстоянии 20–30 см выше дверной ручки с целью определения запорного механизма;

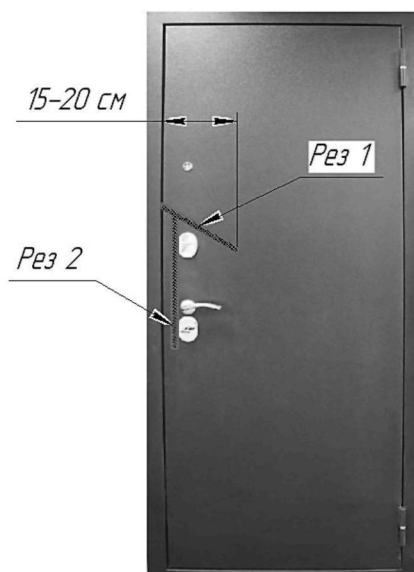


Рисунок 5. – Схема расположения резов при вскрытии двери

– выполнение вертикального надреза на расстоянии 5 см от края двери с точки пересечения с косым надрезом до нижнего замка;

– выгибание образовавшейся полосы металла с целью определения конструктивных особенностей ригелей, замков и т.д.;

– вставка и вбивание клина в верхней части косого надреза с целью предотвращения заклинивания режущего диска;

– резание ригелей и запорных элементов замков.

Достаточно часто двери оснащаются противовзломными штырями, фиксирующимися в дверном

проеме со стороны петель. В данном случае при срезании петель дверь клинит, полотно двери повисает на ригелях замков и противовзломных штырях. Исключение составляют гаражные двери и ворота, где необходимо выполнять срезание дверных петель.

В случаях оснащения дверей крабовым механизмом или другими запорными системами рекомендуется выполнять пропилы в центре двери с размерами 50×50 см, обеспечив доступ к тягам замка, потянув за которые выполняется открытие двери (рисунок 6).

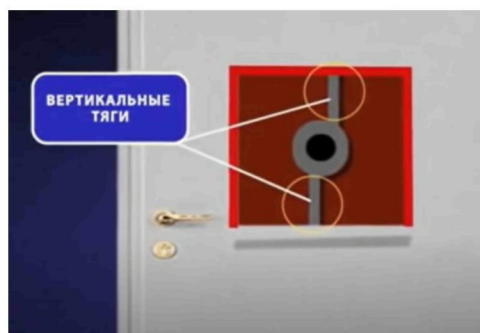
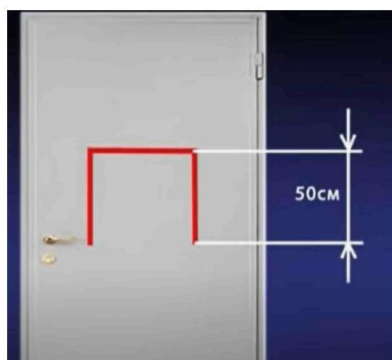


Рисунок 6. – Последовательность вскрытия дверей с крабовыми механизмами

Исследования эффективности применения различных алмазно-отрезных дисков при резании дверного полотна выполняли на отрезном станке De Walt D2870, оснащенной системами управления частотой вращения и нагрузкой на режущий инструмент. В качестве разрезаемого материала использовали комбинированный материал шири-

ной 500 мм, изготовленный по методу «сэндвич», с толщиной металлических листов 2 мм (с каждой стороны) и пенополистиролом толщиной 40 мм в центральной части (рисунок 7). Резание выполнялось с ручной подачей, нагрузкой на режущий диск 90 Н и частотой вращения 4200 об/мин.



Рисунок 7. – Структура двери, изготовленной по методу «сэндвич»

В качестве алмазных отрезных дисков использовали инструменты

с размерами 350×3,5×25,4 мм, концентрацией алмазных зерен 50, 75,

100, 125 отн %, зернистостью алмазных зерен 630/500 мкм, 800/630 мкм, 1000/800 мкм. В качестве алмазных зерен применяли синтетические материалы типа АСТ, в качестве связки сегментов – сплав на основе медь-олово-оксид железа. Эксперимент

проводился для каждого диска 3 раза. После каждого раза производилось механическое вскрытие алмазного диска.

Полученные результаты резания композиции материалов приведены в таблице.

Таблица – Резание композиции материалов (металлический лист 2 мм, полиуретан 40 мм, металлический лист 2 мм), длина реза 500 мм, глубина 44 мм

Зернистость, мкм	630/500 мкм				800/630 мкм				1000/800 мкм			
	50	75	100	125	50	75	100	125	50	75	100	125
Концентрация, отн %												
Затраченное время, с	193	180	169	156	113	118	94	103	138	119	129	120
	181	169	179	150	119	112	87	112	150	110	137	128
	195	178	183	158	123	120	89	109	147	114	131	134

Полученные результаты при резании композиции материалов (имитирующих конструкцию входной двери) позволили определить оптимальную концентрацию и зернистость алмазного порошка – 800/630 мкм, 100 отн%. При данных параметрах алмазного диска при ликвидации чрезвычайных ситуаций обеспечивается оперативное вскрытие входной двери, состоящей из комбинации материалов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Инструмент аварийно-спасательный переносной. Классификация: ГОСТ Р 51542-2000. – Москва: Издательство стандартов, 2000. – 8 с.
2. Маршина С.В. Профессиональная подготовка спасателя / С.В. Маршина, В.Е. Бабич, Д.М. Булыга. – Минск: УГЗ, 2019. – 316 с.
3. Круги отрезные. Технические условия. ГОСТ Р 57978-2017. – Москва: ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт

стандартизации и сертификации в машиностроении», 2017 – 16 с.

4. Материалы шлифовальные и инструменты абразивные. Упаковка, маркировка, транспортирование и хранение. ГОСТ 27595-88. – Москва: ФГУП «Стандартинформ», 2006. – 11 с.

5. Круги алмазные отрезные. Технические условия. ГОСТ 32833-2014. – Москва: ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт стандартизации и сертификации в машиностроении», 2014. – 16 с.

6. Бабич В.Е. Проблемы создания специализированного и универсального алмазно-абразивного инструмента / В.Е. Бабич // Современные методы и технологии создания и обработки материалов : сб. научных трудов. В 3 кн. Кн. 2. Технологии и оборудование механической и физико-технической обработки / редкол.: В. Г. Залесский (гл. ред.) [и др.]. – Минск : ФТИ НАН Беларуси, 2020. – 282 с.

7. Babich V.E. Influence of the concentration of diamond grains on the cutting ability of diamond abrasive tools during emergency response / V.E. Babich // Title of paper. In Kavan, Š. (eds.) International Conference Safe and Secure Society 2021. Conference proceeding. Ceske Budějovice: College of European and Regional Studies, Czech Republic, 2021. pp. 9-15.

8. Блоки дверные стальные. Технические условия. ГОСТ 31173-2016. – Москва: ФГУП «Стандартинформ», 2016. – 44 с.

9. Белорожев О.Н. Особенности применения современных средств пожаротушения при ликвидации пожаров / О.Н. Белорожев, А.В. Ермилов // Пожарная и аварийная безопасность. – 2017. – № 2 (5). – С. 44-52.

REFERENCES

1. Instrument avariino_spatatelnoi perenosnoi. Klassifikatsiya – GOST R 51542-2000. – Moskva: Izdatelstvo standartov – 2000. – 8 s.

2. Professionalnaya podgotovka spatatelya / Marshina S.V. – Babich V.E. – Buliga D.M. – Minsk– UGZ– 2019. – 316 s.

3. Krugi otreznie. Tehnicheskie usloviya. GOST R 57978-2017. – Moskva: FGUP «Vserossiiskii nauchno_issledovatel'skii institut standartizatsii i sertifikatsii v mashinostroyenii»– 2017 – 16 s.

4. Materiali shlifovalnie i instrumenti abrazivnie. Upakovka-markirovka_ transportirovanie i

hranenie. GOST 27595-88. – Moskva: FGUP «Standartinform», 2006. – 11 s.

5. Krugi almaznie otreznie. Tehnicheskie usloviya. GOST 32833-2014 –Moskva– FGUP «Vserossiiskii nauchno_issledovatel'skii institut standartizatsii i sertifikatsii v mashinostroyenii». – 2014 – 16 s.

6. Babich V.E. Problemi sozdaniya specializirovannogo i universalnogo almazno-abrazivnogo instrumenta / V.E. Babich // Sovremennye metody i tehnologii sozdaniya i obrabotki materialov: sb. nauchnih trudov. V 3 kn. Tehnologii i oborudovanie mehanicheskoi i fiziko_tehnicheskoi obrabotki / redkol.: V. G. Zaleskii gl. red. [i dr.]. – Minsk – FTI NAN Belarusi. – 2020. – 282 s.

7. Babich V.E. /Influence of the concentration of diamond grains on the cutting ability of diamond abrasive tools during emergency response// Title of paper. In Kavan, Š. (eds.) International Conference Safe and Secure Society 2021. Conference proceeding. Ceske Budějovice: College of European and Regional Studies, Czech Republic, 2021. pp. 9-15.

8. Bloki dvernie stalnie. Tehnicheskie usloviya. GOST 31173-2016 – Moskva: FGUP «Standartinform»– 2016 – 44 s.

9. Belorojev O.N. Osobennosti primeneniya sovremennih sredstv pojarotusheniya pri likvidatsii pojarov / O.N. Belorojev, A.V. Ermilov // Pojarnaya i avariinaya bezopasnost. 2017. № 2-5. S. 44-52.

