

Инженерно-технические науки

Engineering and technical sciences

УДК 67.05

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕРМИЧЕСКОЙ УПРОЧНЯЮЩЕЙ ОБРАБОТКИ НА РАБОТОСПОСОБНОСТЬ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНОГО ИНСТРУМЕНТА

А.Р. Дашевский, Д.А. Ульев, А.В. Молчанов

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

Рассмотрены виды и причины износа режущих кромок инструмента. Приведены результаты испытаний моделей режущих частей аварийно-спасательного инструмента, выполненных из характерных для данного вида оборудования, марок стали и подвергнутых различным видам упрочнения рабочей поверхности. Испытания проводились на разработанной экспериментальной установке. Показано что упрочняющая обработка положительно влияет на работоспособность инструмента. Поставлена задача на проведение экспериментов в условиях, моделирующих реальную эксплуатационную среду.

Ключевые слова: режущие кромки, твердость, аварийно-спасательный инструмент, закалка, термическая обработка.

Эффективность проведения аварийно-спасательных работ непосредственно зависит от надежности и долговечности аварийно-спасательного инструмента. Во время работы аварийно-спасательный инструмент подвергается воздействию различных негативных, с точки зрения эксплуатации, факторов: повышенной температуры, абразивных и агрессивных сред, что может привести к интенсивному износу или разрушению

рабочих частей аварийно-спасательного инструмента.

Наиболее часто такие повреждения проявляются на конструктивных элементах инструмента, предназначенного для резки и перекусывания конструкций – режущих кромках гидравлических ножниц, зубьев цепей пил.

Основные виды разрушения режущих кромок представлены в таблице 1.

Таблица 1

Основные виды разрушения режущих кромок.

Вид разрушения	Процентное соотношение
Скол	52%
Смятие	35%
Полное разрушение	13%

В работе проанализированы причины выхода из строя режущих кромок гидравлических ножниц.

Большие величины сил разрезания вызывают сколы на режущей кромке инструмента в том случае, если угол режущего клина при вершине слишком мал, либо если материал режущей части инструмента обладает низкой вязкостью. При этом положение плоскостей скола определяется направлением силы резания. К перенапряжениям такого рода очень чувствительны твердые сплавы, которые характеризуются высокой твердостью и хрупкостью и, как следствие, низкой вязкостью (пластичностью).

Надежность аварийно-спасательного инструмента определяется надежностью его наиболее слабого звена, которым зачастую становятся его рабочие части, подверженные максимальным нагрузкам и негативному влиянию экс-

плуатационной среды. Уровень надежности зависит от конструктивных, технологических и эксплуатационных факторов. Задача повышения надежности аварийно-спасательного инструмента технологическими методами представляется актуальной.

Проведение экспериментов по поиску и исследованию наиболее рационального способа упрочнения режущей части АСИ непосредственно на аварийно-спасательном инструменте экономически не целесообразно, так как режущая часть аварийно-спасательного инструмента достаточно дорогостоящая оснастка. Для проведения испытаний сконструирована и изготовлена экспериментальная установка, которая позволяет моделировать процесс разрезания стальной арматуры аварийно-спасательным инструментом (см. рис. 1).

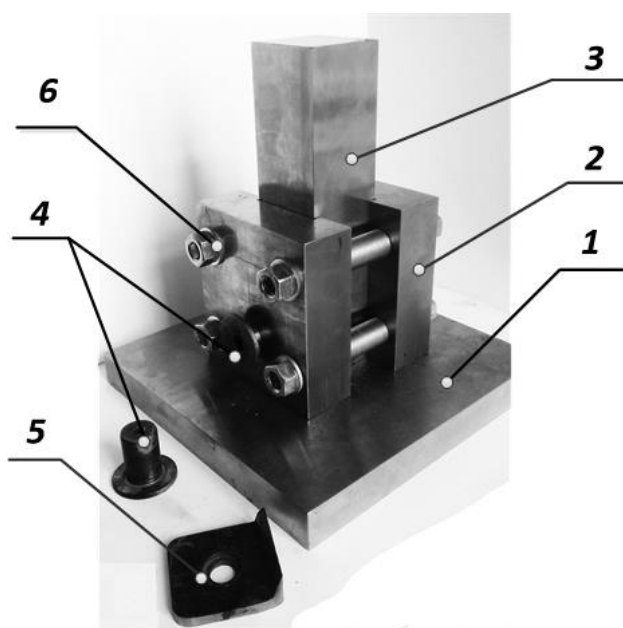


Рисунок 1 - Экспериментальная установка

Экспериментальная установка состоит из следующих элементов: основания 1, на котором закреплен корпус 2, состоящий из двух одинаковых половин, скрепленных между собой 4-мя болтами 6. В прямоугольные пазы корпуса 2 устанавливается плунжер 3, с присоединён-

ным к нему сменным лезвием 5. В цилиндрическое отверстие корпуса 2 устанавливается сменная втулка с осевым отверстием 4.

Экспериментальная установка работает следующим образом: в корпус 2 устанавливается втулка 4, в осевое отвер-

стие которой помещается испытуемый образец (металлическая арматура) диаметром до 9 мм, затем к плунжеру 3 с помощью винта присоединяется сменное лезвие 5. Плунжер 3 устанавливается в прямоугольные пазы корпуса 2 так, чтобы режущая кромка сменного лезвия 5 касалась испытуемого образца.

Приводом установки может служить любое оборудование, позволяющее получить необходимое усилие сжатия. Для испытаний использовался гидравлический пресс марки ПСУ-10, позволяющий развивать усилие до 10 тонн. Пресс оборудован вариатором скорости перемещения подвижной части нагружающего модуля, позволяющим плавно регулировать скорость перемещения плунжера, разрушая образец со скоростью, аналогичной скорости работы гидравлических ножниц.

Экспериментальная установка помещается на нижнюю плиту гидравлического пресса. Пресс оснащен торсионным силоизмерителем. Отображение создаваемой на образец нагрузки выводится на аналоговый циферблат. Усилие от нагружающего модуля пресса передается на плунжер 3 и посредством его - на режу-

щую кромку сменного лезвия 5. При достижении определенного значения усилия происходит разрушение образца, при этом фиксируется усилие среза.

Основной особенностью данной установки является то, что втулки и лезвия являются сменными. Набор сменных режущих частей и втулок можно подвергать различным методам упрочняющей обработки, а также можно изменять форму и угол заточки самого лезвия. Это позволяет провести ряд экспериментов с лезвиями, упрочненными различными способами, выполнить сравнительный анализ, дать обоснованные рекомендации по назначению наиболее эффективного способа упрочнения режущей части АСИ. Сменные лезвия изготавливались из легированных сталей марок 40Х, 38ХА, 40ХН, 35Х, как наиболее часто используемых при изготовлении режущей части гидравлического инструмента материалов. Образцы подвергались термической обработке (закалке) для придания им твердости, сопоставимой с твердостью режущих кромок аварийно-спасательного инструмента. В таблице 2 приведены режимы термической обработки для исследуемых марок стали.

Таблица 2

Режимы термической обработки для исследуемых марок стали

Марка стали	Режим термической обработки			
	Закалка		Отпуск	
	Температура	Среда охлаждения	Температура, °С	Среда охлаждения
	закалки			
35Х	860	Масло	500	Масло
38ХА	860	Масло	550	Масло
40Х	860	Масло	500	Масло
40ХН	820	Вода	500	Вода

Для проведения испытаний было изготовлено по 10 образцов каждого вида стали, закаленных до твердости в

$60 \pm 2 \text{HRC}$. Данная твердость соответствует твердости режущих кромок аварийно-спасательного инструмента отечествен-

ного и зарубежного производства. Закалка осуществлялась следующим образом: лезвия нагревались в муфельной печи до температуры выше температуры фазовых превращений данных марок сталей, что очень важно при осуществлении закалки, и оставались при этой температуре 10 мин. После чего образцы охлаждались в минеральном масле.

Затем проведены испытания для проверки качества и идентичности свойств лезвий. Для этого использовалась

арматура сечением 9мм. Каждое лезвие было испытано 10 раз, после каждого испытания проводился визуальный осмотр на наличие сколов или смятие лезвия. Так же снимались показатели усилия среза арматуры. Средняя разрушающая нагрузка для арматуры диаметром 9мм составила $3.8 \cdot 10^4$ Н. Механических повреждений лезвий при этом не наблюдалось.

Данные испытаний образцов представлены в таблицах 3,4,5,6.

Таблица 3

Усредненные данные испытания закаленных лезвий из стали марки 35X

Номер образца	Твердость, HRC	Разрушающая нагрузка F, $\times 10^4$ Н	Наличие дефектов
1	60	3,8	Отсутствуют
2	61	3,8	Отсутствуют
3	59	3,9	Отсутствуют
4	61	3,8	Отсутствуют
5	60	3,8	Отсутствуют
6	58	3,9	Отсутствуют
7	61	3,8	Отсутствуют
8	60	3,8	Отсутствуют
9	59	3,85	Отсутствуют
10	60	3,9	Отсутствуют

Таблица 4

Усредненные данные испытания закаленных лезвий из стали марки 38XA

Номер образца	Твердость, HRC	Разрушающая нагрузка F, $\times 10^4$ Н	Наличие дефектов
1	62	3,7	Отсутствуют
2	59	3,8	Отсутствуют
3	58	3,95	Отсутствуют
4	61	3,8	Отсутствуют
5	60	3,8	Отсутствуют
6	59	3,9	Отсутствуют
7	60	3,75	Отсутствуют
8	62	3,7	Отсутствуют
9	59	3,85	Отсутствуют
10	58	3,95	Отсутствуют

Таблица 5

Усредненные данные испытания закаленных лезвий из стали марки 40X

Номер	Твердость, HRC	Разрушающая	Наличие дефектов
-------	----------------	-------------	------------------

образца		нагрузка F, $\times 10^4$ Н	
1	58	3,95	Отсутствуют
2	62	3,75	Отсутствуют
3	58	3,9	Отсутствуют
4	61	3,8	Отсутствуют
5	62	3,8	Отсутствуют
6	59	3,9	Отсутствуют
7	61	3,8	Отсутствуют
8	60	3,8	Отсутствуют
9	60	3,85	Отсутствуют
10	61	3,9	Отсутствуют

Таблица 6

усредненные данные испытания закаленных лезвий из стали марки 40ХН

Номер образца	Твердость, HRC	Разрушающая нагрузка F, $\times 10^4$ Н	Наличие дефектов
1	60	3,8	Отсутствуют
2	62	3,75	Отсутствуют
3	58	3,9	Отсутствуют
4	60	3,8	Отсутствуют
5	61	3,8	Отсутствуют
6	58	3,95	Отсутствуют
7	60	3,8	Отсутствуют
8	62	3,8	Отсутствуют
9	61	3,85	Отсутствуют
10	58	3,95	Отсутствуют

Анализ полученных данных показывает, что при работе в условиях отсутствия негативных факторов, работоспособность режущей части АСИ сохраняется. Это косвенно подтверждается тем фактом, что не наблюдается тенденция увеличения значений разрушающей нагрузки и отсутствуют механические повреждения образцов.

В этой связи перспективным представляется проведение испытаний на износостойкость лезвий путем многократных перекусываний арматуры до появления механических повреждений лезвий в присутствии абразивной среды.

Помимо применения методов термической обработки, повысить твердость поверхностных слоев деталей и их износостойкость позволяет магнитно-импульсная обработка. Которая в свою

очередь может проводиться после закалки, не ухудшая, а наоборот усиливая прочностные характеристики детали.

Следующим этапом эксперимента будет проверка упрочненных, при помощи магнитно-импульсной обработки, лезвий на твердость, износостойкость, определение разрушающей нагрузки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Григорьянц А.Л. Основы лазерного термоупрочнения сплавов / А.Н. Григорьянц, А.Н. Сафонов - М.: Высшая школа. -1988. - 297 с.
2. Малыгин, Б.В. Магнитное упрочнение инструмента и деталей машин. - М.: Машиностроение -1989. -112 с., ил.
3. Полевой С.Н. Упрочнение металлов: Справочник / С.Н. Полевой, В.Д. Евдокимов - М.: Машиностроение. -1986. - 320 с., ил.

4. Брюхов В.В. Повышение стойкости инструмента методом ионной имплантации. - Томск: Изд-во НТЛ. - 2003. -120 с.

5. А.Р. Дашевский, А.В. Топоров, П.В. Пучков К вопросу о применении методов физико-химического модифицирования режущих кромок

аварийно-спасательного инструмента / «Современные наукоемкие технологии. Региональное приложение» № 3 (55) 2018 – 169 с.

Рукопись поступила в редакцию 03.06.2019г.

STUDY OF THE EFFECT OF HEAT HARDENING TREATMENT ON THE PERFORMANCE OF EMERGENCY RESCUE TOOL DESIGNED FOR CUTTING STRUCTURES

A. R., Dashevsky, D. A. Beehives, A. V. Molchanov

The types and causes of wear of the cutting edges of the tool are considered. Results of tests of models of the cutting parts of the rescue tool executed from the brands of steel characteristic for this type of the equipment and subjected to various types of hardening of a working surface are resulted. Tests were carried out on the developed experimental setup. It is shown that the hardening treatment has a positive effect on the performance of the tool. The task is to conduct experiments in conditions simulating the real operating environment.

Key words: cutting edges, hardness, rescue tool, hardening, heat treatment.

References

1. Grigoryants A. L. Fundamentals of laser thermal strengthening of alloys / A. N. Grigoryants, A. N. Safonov-M.: Higher school. -1988. - 297 p.

2. Malygin, B. V. Magnetic hardening of tools and machine parts. - M.: Mechanical Engineering -1989. - 112 E., II.

3. Polevoy S. N. Strengthening of metals: Handbook / S. N. Polevoy, V. D. Evdokimov-M.: mechanical engineering. -1986. - 320 p., the II.

4. Bryukhov V. V. increase of tool durability by ion implantation method. - Tomsk: publishing house НТЛ. - 2003. -120 s.

5. A. R. Dashevsky, A.V. Toporov, P. V. Puchkov On the application of physical and chemical methods modification of cutting edges of the rescue tool / " Modern science-intensive technologies. Regional application" № 3 (55) 2018 – 169 with.