

окончательной.

При глубинном шлифовании керамики предпочтение следует отдавать встречному шлифованию, так как сила резания при попутном шлифовании больше, чем при встречном. Причина этого заключается в дополнительном расходе энергии при попутном шлифовании на измельчение стружки.

Литература

1. The nature of machining damage in brittle materials /D.B. Marshall, A.G. Evans, B.T. Khuri-Yakub et al //Proc. Royal Soc. (London). Ser.A – 1983. – V.385, №1789. – P.461-475.
2. Marsh D.M. Stress concentrations at crystal surfaces and the embrittlement of sodium chloride //Phil.Mag. – 1960. – V.5, №58. – P.1197 – 1199.
3. Gielisse P.J., Stanislaio J. Mechanical methods of ceramic finishing //NBS, 1972 - №348 – spec. publ. – P.5-35.
4. Indge J.H. Flat precision machining of ceramic materials //Proc. of the Biennial Inf. Machine – Tool conf. – Chicago, 1986. – P.13.1 – 13.16
5. Томимори Х. Шлифование тонкой керамики // Кикай гидзюцу – 1984 – Т. 32, № 2 – С. 36 – 40.
6. Ито С. Прецизионное шлифование тонкой керамики // Кикай то когу. – 1983. – Т. 27, № 6. – С. 49 – 56.

Повышение функциональной надежности гидропривода грузоподъемных устройств

к.т.н. доц. Бекаев А.А., д.т.н. проф. Максимов Ю.В., Строков П.И., Мусакова Т.В., Папонов А.В.

Университет машиностроения, МБОУ «Ликуно-Дулевская гимназия», ОАО «ДМЗ»
8-909-901-77-13, 8-926-274-25-08, bekaev@list.ru, maksimov@mami.ru, pavig@yandex.ru

Аннотация. Современные силовые гидроприводы, нашедшие широчайшее применение в различных областях техники, выполняют зачастую столь ответственные функции, что от их надежности зависит безопасность работы машин. Проведенный обзор существующих гидросистем грузоподъемных устройств показал, что практически все они имеют одну и ту же принципиальную гидравлическую схему, основным недостатком которой является низкая надежность, нередко приводящая к возникновению аварийных ситуаций, в том числе и к человеческим жертвам. В настоящей работе разработаны рекомендации по повышению надежности таких устройств за счет резервирования агрегатов и узлов гидросистем.

Ключевые слова: гидравлическая система; гидрозамок; грузоподъемный стол; надежность и безопасность гидропривода.

Технический прогресс в машиностроении – совершенствование машин и оборудования, усложнение их конструкции – обуславливает повышение требований к надежности их отдельных узлов и деталей. Понятие надежности комплексное, оно учитывает все этапы эксплуатации изделия, в том числе подналадку, хранение, транспортирование и профилактические мероприятия (рисунок 1). ГОСТ 27.301-95 определяет надежность как свойство изделия выполнять свои функции, сохраняя эксплуатационные показатели в заданных пределах в течение требуемого промежутка времени или требуемой наработки.

В современном мире гидравлические силовые приводы нашли столь широкое распространение и выполняют зачастую такие ответственные функции в различных областях техники, что от их надежности зависит безопасность эксплуатации машин. Так, в случае отказа гидропривода грузоподъемного устройства (пантографных подъемников, подъемных столов, платформ и т.д.), предназначенного для подъема и удержания полезной нагрузки (груза, лю-

дей) на требуемой высоте, может привести не только к поломке привода, но и к более тяжелым последствиям.

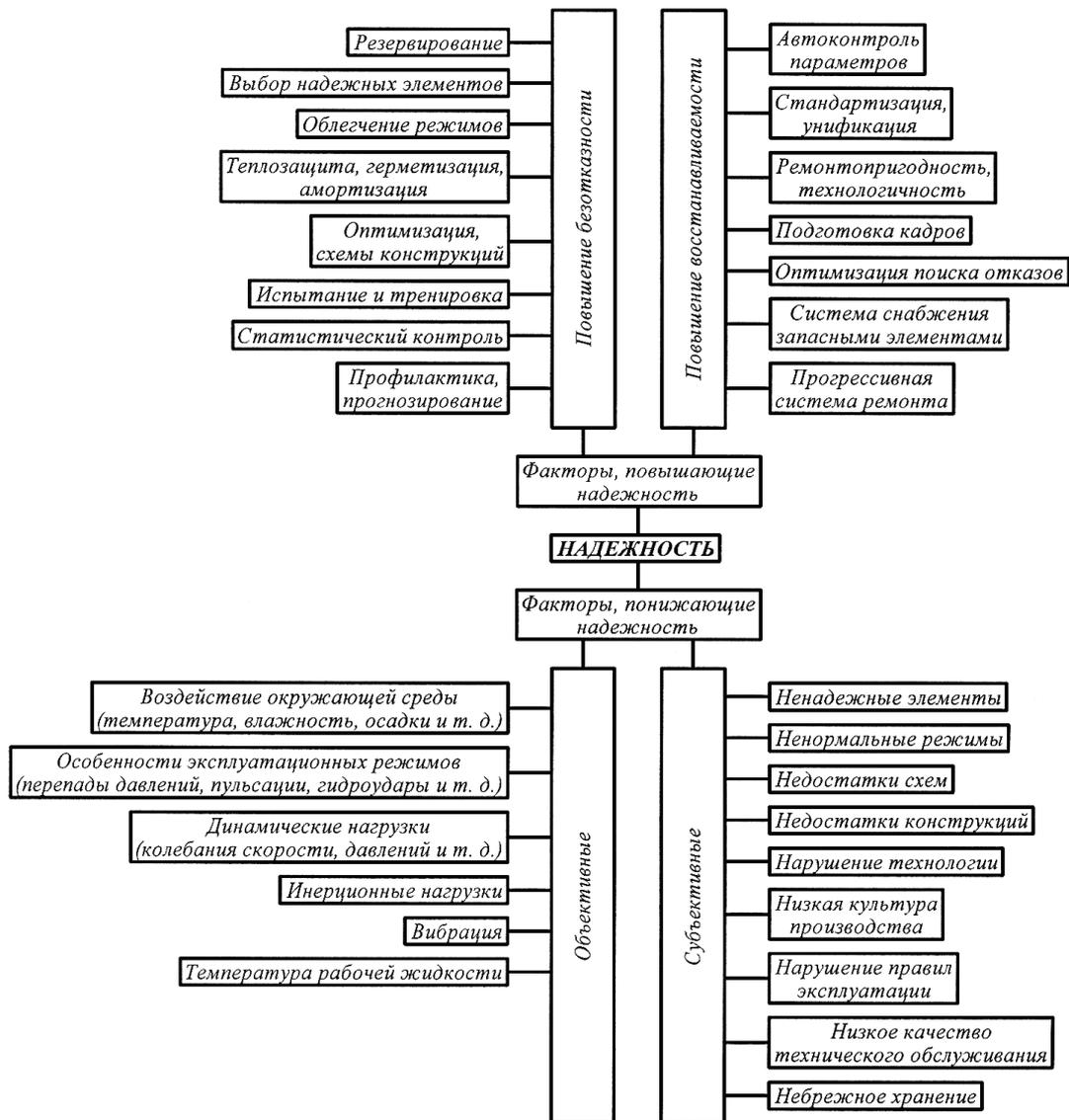


Рисунок 1. Взаимосвязь факторов, влияющих на надежность гидросистем

Практически все грузоподъемные устройства в своей основе имеют одну и ту же принципиальную гидравлическую схему. Общий вид такой «классической» гидросхемы можно представить на примере гидросистемы подъемных устройств (рисунок 2), совместно разработанной инженерами подмосковного машиностроительного завода ОАО ООМЗ «Транспрогресс» [1] и инженерами фирмы Translyft (Норвегия).

Принцип работы гидросистемы состоит в следующем. Поток рабочей жидкости, создаваемый нерегулируемым насосом 2 поступает в рабочую полость силового гидроцилиндра 6 через обратный гидроклапан 4 и двухпозиционный гидрораспределитель 5. В этот момент происходит преодоление нагрузки G (подъем платформы и груза 7).

Для возврата поршня гидроцилиндра 6 в исходное положение (опускание платформы с грузом 7) необходимо выключить насос 2 и переместить золотник гидрораспределителя 5 (с помощью подачи напряжения на электромагнит) из положения *A* в положение *B*. За счет собственного веса груза G происходит выдавливание жидкости из рабочей полости гидроцилиндра 6 на слив в открытый бак 1 (бак атмосферного давления).

В гидросистеме установлен обратный гидроклапан 4, служащий для автоматической отсечки полостей слива от нагнетания в момент опускания груза. Для регулировки скорости

опускания груза, предусмотрен регулируемый гидродроссель, представляющий собой регулировочный винт – «иглу» (рисунок 3).

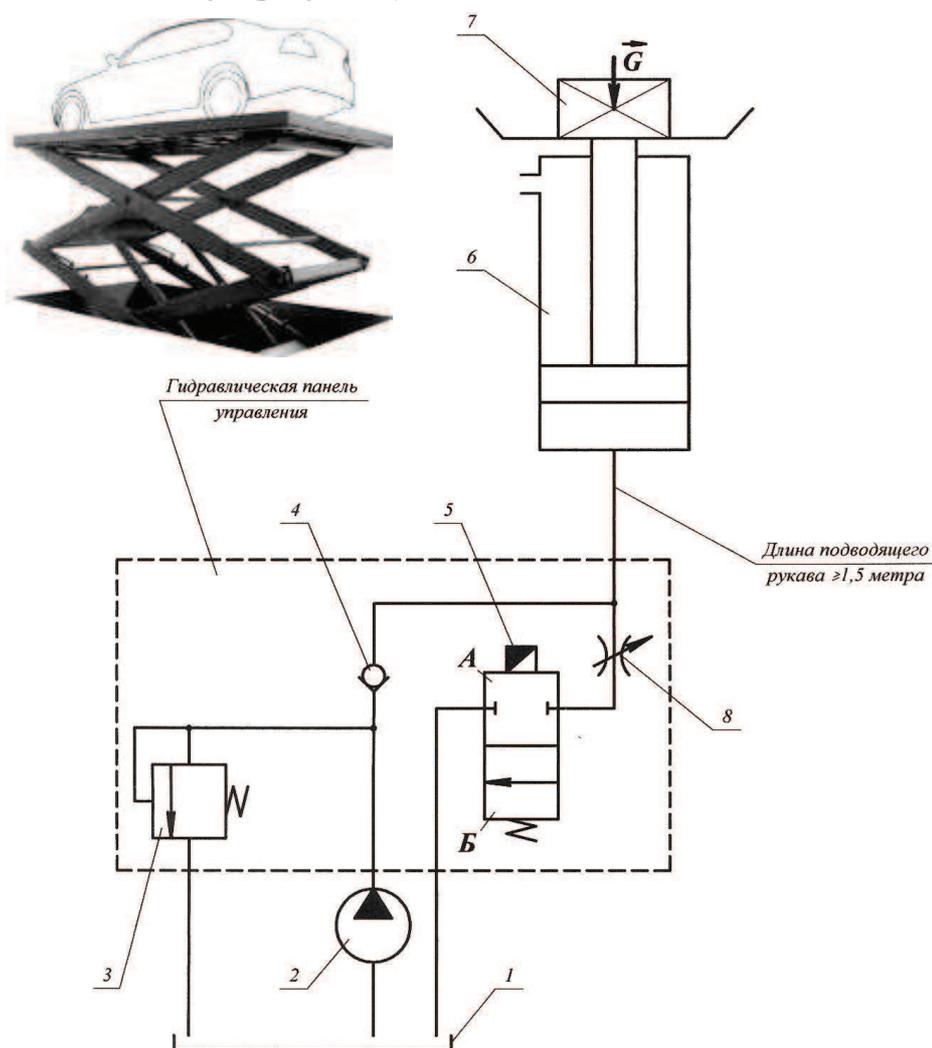


Рисунок 2. Принципиальная гидравлическая схема подъемных устройств:
1 – открытый бак атмосферного давления; 2 – нерегулируемый, нереверсивный
объемный насос; 3 – предохранительный гидроклапан; 4 – обратный гидроклапан;
5 – двухлинейный двухпозиционный золотниковый гидрораспределитель с
электромагнитным управлением; 6 – односторонний силовой гидроцилиндр;
7 – преодолеваемая нагрузка; 8 – регулируемый гидродроссель (игла)

Проанализировав работу гидросистемы, можно выявить следующие ее достоинства и недостатки. Основными преимуществами являются: регулирование скорости движения поршня силового гидроцилиндра (дроссельный способ регулирования с последовательным гидродросселем) в момент опускания груза; система разделения полостей слива и нагнетания в момент обратного хода (опускания поршня) силового гидроцилиндра; простота конструкции гидросистемы, легкость в обслуживании и управлении.

К основным недостаткам рассмотренной гидросистемы можно отнести: отсутствие возможности регулирования скорости движения поршня силового гидроцилиндра в момент подъема груза, что может (в некоторых случаях) оказаться более важным, чем регулирование скорости в момент его опускания; отсутствует возможность надежно (в течение длительного времени) удерживать поршень силового гидроцилиндра в любом из положений рабочего хода, что обусловлено утечками рабочей жидкости через зазоры в гидрораспределителе; отсутствует система безопасности работы гидросистемы при возникновении аварийных ситуаций.

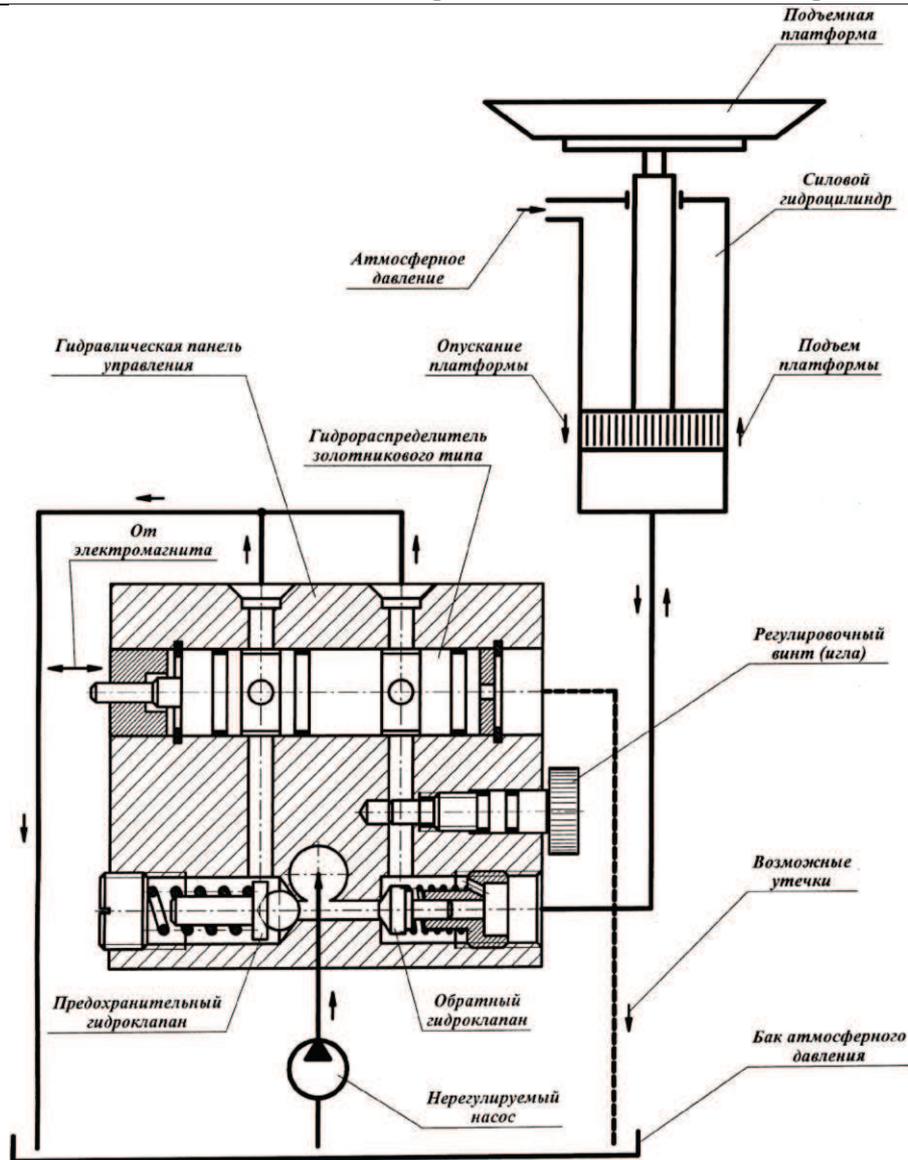


Рисунок 3. Конструктивно-принципиальная схема подъемных устройств (ОАО ООМЗ «Транспрогресс»)

Последний недостаток является наиболее серьезным, так как аварийная ситуация может возникнуть при обрыве подводящих рукавов (это наиболее часто происходит, вследствие их периодических изгибов и трения об элементы металлоконструкции подъемников), соединяющих силовой гидроцилиндр 6 и находящуюся на довольно большом расстоянии ($l \geq 1,5 м$) гидравлическую панель управления (рисунок 1). В этом случае подъемная платформа вместе с грузом (или без него) мгновенно упадет вниз.

Выявленные недостатки рассмотренной гидросистемы, главным образом связанные с недостаточной надежностью, можно обнаружить и при рассмотрении гидросистем грузоподъемных устройств западноевропейских и американских фирм, таких как Rasoma Hydraulic GmbH (Англия), Safi (Италия), UpRight (США), Thomas (Канада) и др. [2].

Обобщая вышеизложенное, можно сделать вывод о том, что главной проблемой, установленной при анализе гидросистем подъемных устройств, является их недостаточная надежность (возникновение отказов) и безопасность работы гидропривода.

В теории надежности под отказом понимается событие, в результате которого происходит нарушение работоспособности механизма или прибора. Оценить функциональную надежность любой гидросистемы или ее агрегатов можно по двум основным количествен-

ным показателям – вероятностью безотказной работы $p(t)$ в пределах рассматриваемого отрезка времени и среднее время наработки на отказ t_m . При проведении расчетов по оценке надежности гидросистемы (рисунок 2) использовали соответствующие формулы, таблицы и графики справочника [3] в соответствии с типом соединений (последовательное или параллельное) и виду применяемых гидравлических элементов.

В результате расчетов установлено, что вероятность безотказной работы такой гидросистемы в течение времени гарантированной работы грузоподъемных столов (оно указывается в техническом паспорте каждого грузоподъемного стола) составит $p(t) = 0,9064$, а следовательно, в течение гарантийного срока без отказов в гидросистеме проработает в среднем около 90% подъемных столов (т. е. каждый десятый стол сломается).

Одними из основных путей повышения надежности гидросистем являются мероприятия, проводимые как при непосредственном проектировании гидросистемы, так и в процессе производства ее элементов и эксплуатации.

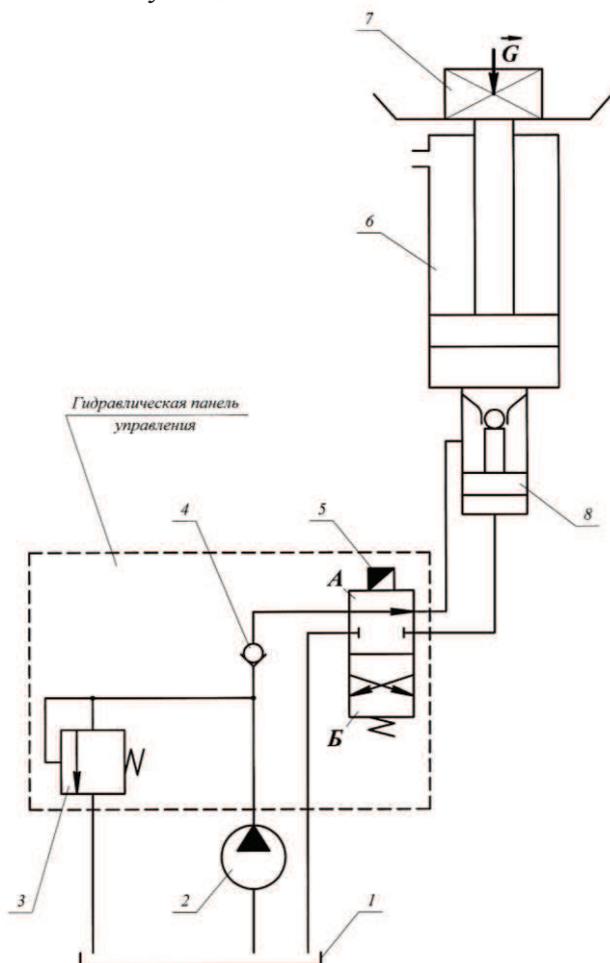


Рисунок 4. Принципиальная модернизированная гидравлическая схема грузоподъемных устройств: 1 – открытый бак; 2 – нерегулируемый, нереверсивный объемный (шестеренчатый) насос; 3 – предохранительный гидроклапан; 4 – обратный гидроклапан; 5 – четырехлинейный двухпозиционный гидрораспределитель с электромагнитным управлением; 6 – гидроцилиндр одностороннего действия; 7 – нагрузка; 8 – гидрозамок

Для решения данной проблемы некоторые фирмы-производители, такие как Linde (Германия), DinoLift (Финляндия), Palazzani Industrie (Италия), Secalt (Бельгия), MEC (США) и др. [2] предлагают оснащать гидропанели управления грузоподъемных устройств управляемыми обратными гидроклапанами (гидрозамками), с помощью которых можно обеспечить

надежность и безопасность работы гидросистемы путем исключения утечек жидкости через гидрораспределители. Кроме того, появляется возможность точного позиционирования исполнительного органа подъемного устройства во всем диапазоне его рабочего хода.

Вместо гидрозамков, также предлагается использовать запорные гидроклапаны с сервоуправлением, как это делают в фирме Hesselman (Швеция) [2].

Однако если при применении гидрозамков проблема позиционирования исполнительного органа подъемного устройства перестает существовать, то вопрос надежности и безопасности работы гидросистемы так и остается неразрешенным – всё так же может возникнуть аварийная ситуация при обрыве подводящего рукава высокого давления, так как гидрозамок, встроенный в гидропанель управления, а не непосредственно в силовой гидроцилиндр, не способен удержать подъемную платформу от падения.

Для повышения надежности работы гидросистемы грузоподъемных устройств выделяют два основных направления, связанных с созданием наиболее простых схем и конструкций или созданием схем и конструкций, возникновение отказов в которых имело бы ограниченные последствия [3].

При выполнении первой рекомендации следует учитывать возможность сокращения длины трубопроводов и числа их соединений, применения комбинированных агрегатов и др., что связано с различными конструктивными трудностями. Выполнение второй рекомендации предусматривает создание таких схем, в которых при возникновении неисправностей у одного из элементов не приводило бы к неисправностям других элементов гидросистемы, что является наиболее приемлемым для нашего случая.

Так, например, если встроить гидрозамок не в саму гидравлическую панель управления (как это делает большинство ведущих фирм-производителей гидроподъемных устройств), а непосредственно в крышку силового гидроцилиндра, то проблема позиционирования рабочего органа, надежности и безопасности работы гидросистемы в целом будет решена [4, 5]. В этом случае модернизированная гидравлическая схема (с минимальными изменениями) примет вид, представленный на рисунке 4.

Литература

1. Интернет-адрес завода: www.transprogress.ru
2. Каталоги фирм за 2000-2013 гг.: Racoma Hydraulic GmbH (Англия), Safi (Италия), UpRight (США), Thomas (Канада), Linde (Германия), DinoLift (Финляндия), Palazzani Industrie (Италия), Secalt (Бельгия), MEC (США) и др.
3. Комаров А.А. Надежность гидравлических систем. М., «Машиностроение», 1969, 236 с.
4. Максимов Ю.В., Бекаев А.А., Поздышев В.С. Повышение надежности гидросистем грузоподъемных устройств / «Строительные и дорожные машины», 2013, № 8, с. 28-32.
5. Лепешкин А.В., Михайлин А.А., Шейпак А.А. Гидравлика и гидропневмопривод. Учебник. Ч. 2. Гидравлические машины и гидропневмопривод. Под ред. проф. А.А. Шейпака. – М.: МГИУ, 2003. – 352 с. ISBN 5-276-00380-7, 5-276-00480-3(Ч2).

Сравнительные исследования воздушно-плазменной и кислородно-плазменной резки

к.т.н. доц. Васильев А.Н., Внук В.В., Зиновьев В.И., Котькина Т.В.
Университет машиностроения
495 223-05-23, доб. 1068, kotkina.90@mail.ru

Аннотация. Рассмотрены особенности плазменной резки, достоинства и недостатки. Представлены технические возможности, применяемой плазменной установки и проанализированы результаты проводимых исследований.

Ключевые слова: плазмотрон, плазменная резка, качество кромок, плазмообразующий газ.