

что после снятия давления трещина в непосредственной близости к скважине снова сомкнется и эффект от разрыва пласта будет сведен к нулю.

Прежде чем начать добычу из скважины, необходимо удалить жидкость разрыва и извлечь остаток расклинивающего материала с забоя (если он там имеется). Степень сложности ее удаления зависит от характера применяемой жидкости, давления в пласте и относительной проницаемости пласта по жидкости разрыва. Удаление жидкости разрыва весьма важно, так как, понижая относительную проницаемость, она может создавать препятствия на пути притока жидкостей. На этом операции по гидравлическому разрыву пласта заканчиваются: скважину сдают в эксплуатацию. В неглубоких скважинах разрыв пласта обычно проводят без спуска насосно-компрессорных труб или с трубами, но без пакера. В первом случае жидкость нагнетается непосредственно по обсадным трубам, во втором—по трубам и затрубному пространству. Такая технология проведения процесса позволяет значительно сократить потери давления в скважине при нагнетании жидкости с высокой вязкостью.

Заключение. Проведён анализ технологии гидроразрыва пласта и обобщен план её проведения.

Благодарность. Выражаю признательность и благодарность научному руководителю – старшему преподавателю Атвиновской Татьяне Владимировне, за консультацию и помощь при проведении данного исследования.

Список литературы:

1. Демяненко, Н. А. Технологии интенсификации добычи нефти. Перспективы и направления развития : [монография] / Н. А. Демяненко, П. П. Повжик, Д. В. Ткачёв. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2021. – 270 с.
2. Порошин, В. Д. Разработка нефтяных и газовых месторождений : учебное пособие / В. Д. Порошин, С. В. Козырева, С. Л. Порошина. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2024. – 399 с.
3. Применение новых технологий и технических средств в процессе строительства скважин [Электронный ресурс] : сб. стендовых докл. студ. научн. конф. / М-во образования Респ. Беларусь, Гомельский гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого, Машиностроит. фак., Каф. «Нефтегазоразработка и гидропневмоавтоматика» ; под общ. ред. Т. В. Атвиновской. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2023. – 19 с.
4. Атвиновская, Т. В. Изучение сорбционной способности модифицированного диоксида кремния по отношению к нефти / Т. В. Атвиновская, И. И. Злотников, В. Ю. Писарев // Вестник Гомельского государственного технического университета имени П. О. Сухого : научно-практический журнал. – 2024. – № 3. – С. 13–20.
5. Серебренников, А. В. О некоторых путях повышения эффективности бурения скважин (на примере нефтяных месторождений Республики Беларусь) / А. В. Серебренников, Н. В. Бочаров, В. М. Ткачев // Вестник Гомельского государственного технического университета имени П. О. Сухого : научно-практический журнал. – 2024. – № 4. – С. 105–118.
6. Порошин, В. Д. Оценка изменения объема сети фильтрационных каналов при проведении опытно-промысловых работ по рассолению продуктивных коллекторов на скважинах Березинского месторождения нефти в Припятском прогибе / В. Д. Порошин, С. Л. Порошина // Літасфера. – 2022. – № 1. – С. 102–118.

УДК 678.674

ЭЛЕКТРОЭРОЗИОННОЕ СВЕРЛЕНИЕ ОТВЕРСТИЙ МАЛЫХ ДИАМЕТРОВ

Хулуп Д.В. (студент, гр. ГА-21)

Гомельский государственный технический университет им. П.О. Сухого, Республика Беларусь

Ключевые слова: отверстие, электроэрозионное сверление, эффективность, деталь

Актуальность. Существует проблема обработки глубоких отверстий малых сечений (менее 2 мм) в жаропрочных сплавах. Например, современный газотурбинный двигатель (ГТД) состоит из множества деталей из жаропрочных сплавов с отверстиями малых диаметров от 0,3 мм до 2 мм: форсунки, газосборники, трубы жаровые, лопатки, крепёжные элементы и т.д. [1, 2] В каждой группе деталей отверстия имеют своё функциональное назначение и различные требования по качеству: шероховатость поверхности, допуск на диаметр и расположение, состояние поверхностного слоя и т.п. [3].

Цель работы. Исследовать эффективность электроэрозионного сверления деталей ГТД, таких как лопатки сопловые или турбинные работают в экстремальных условиях при температурах близких к температуре плавления сплава.

Анализ полученных результатов. Наиболее ответственные детали ГТД, такие как лопатки сопловые или турбинные работают в экстремальных условиях при температурах близких к температуре плавления сплава. Для обеспечения долговечной и нормальной работы, лопатки перфорированы отверстиями малого диаметра от 0,4

мм до 1 мм с допуском на диаметр от 0,05 мм до 0,1 мм через которые продувается воздух, создающий охлаждающий эффект на рабочей поверхности подверженной тепловому воздействию. В одной лопатке насчитывается до 400 охлаждающих отверстий.

Для обработки отверстий малых диаметров в труднообрабатываемых сплавах существует несколько распространённых методов: лазерная обработка; гидроабразивная резка; электрохимическая обработка и т.д. Кроме перечисленных вариантов обработки отверстий малых диаметров выделяется наиболее целесообразный и прогрессивный метод – электроэрозионное сверление вращающимся трубчатым ЭИ с прокачкой рабочей среды через внутреннюю полость, так называемая «струйная» электроэрозионная обработка [4]. Станки, на которых реализуется данная технология, получили название – электроэрозионная «супердрель» (одна из первых применила название Японская ф. Sodick). Технология «струйной» ЭЭО, как и при традиционной схеме, в своей основе содержит электрофизические явления, но имеет существенные отличия, поэтому выделяется в отдельную разновидность. При первоначальной реализации схемы «струйной» обработки использовались универсальные копировально-прошивочные станки. На шпиндель устанавливалась специальная насадка позволяющая закреплять трубчатый электрод-инструмент и придавать ему вращательное движение. В дальнейшем станкостроительные заводы начали производить специальные станки – «супердрели», предназначенные для обработки отверстий малых диаметров с использованием полого вращающегося ЭИ. Эти станки в основном предназначались для обработки стартовых отверстий в заготовках для заправки проволоки на проволочно-вырезных станках. «Супердрели» как правило, поставлялись и поставляются по настоящее время в паре с проволочно-вырезными станками.

Эффективность электроэрозионного сверления с использованием трубчатого ЭИ прослеживается при детальном рассмотрении процесса ЭЭО. Как при традиционной ЭЭО отверстий сплошными ЭИ, так при обработке трубчатым ЭИ присутствуют основные законы присущие данному виду обработки. В процессе обработки образуются частицы (шлам), возникающие при расплавлении материала детали и инструмента, а так же разложении рабочей среды, в результате воздействия единичных электрических разрядов [5]. Использование трубчатого электрода-инструмента позволяет подавать рабочую среду в зону обработки через внутреннее отверстие под давлением и тем самым вымывать образующиеся токопроводные частицы приводящие к возникновению стационарной дуги и прижёга. Вращение улучшает качество обработки, исключая погрешности электрод-инструмента, например исключает овальность обрабатываемого отверстия.

Электроэрозионное сверление отверстий малых диаметров трубчатым вращающимся ЭИ производилась в образцах из жаропрочного сплава на никелевой основе на специальном электроэрозионном станке с ЧПУ типа «супердрель» модели TSH-600V латунным трубчатым ЭИ диаметром 0,9 мм на глубину 17 мм при которой прекращается ЭЭО сплошным стержневым ЭИ. Время обработки одиночного отверстия трубчатым ЭИ во много раз ниже, чем при традиционной ЭЭО и разрыв увеличивается с увеличением глубины обработки. Длительность обработки отверстия глубиной 1 мм при электроэрозионном сверлении составляет 0,04 мин, что в 25 раз меньше, чем время при традиционной ЭЭО, которое составляет 1 мин. При глубине 14 мм время эрозионного сверления составляет 0,64 мин в 40 раз меньше, чем время при ЭЭО стержневым ЭИ, которое составляет 25 мин.

Сравнительный анализ показал, что «струйная» электроэрозионная обработка имеет преимущество перед традиционной, особенно при обработке относительно малых групп отверстий глубиной более 5 диаметров. При «струйной» обработке более высокая производительность, чем при традиционной электроэрозионной обработке.

Заключение. Таким образом установлено, что применение электроэрозионного сверления трубчатым вращающимся ЭИ отверстий малых диаметров в жаропрочных сплавах позволяет получить существенный эффект при обработке деталей современных конструкций с большим количеством разнонаправленных отверстий глубиной более 5 диаметров.

Благодарность. Выражаю признательность и благодарность научному руководителю Кульгейко Г.С., старшему преподавателю, за консультацию и помощь при проведении данного исследования.

Литература

1. Определение электрического сопротивления контактного замыкания рабочей зоны при магнитно-электрическом упрочнении / М. П. Кульгейко Мельников, Д. В., Кульгейко, Г. С., Петришин, Г. В. // Современные проблемы машиноведения : тез. докл. XI Междунар. науч.- техн. конф. (науч. чтения, посвящ. П. О. Сухому), Гомель, 20–21 окт. 2016 г. / М-во образования Респ. Беларусь, Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого, Филиал ПАО «Компания «Сухой» ОКБ «Сухого» ; под общ. ред. С. И. Тимошина. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2016. – С. 60 - 61.
2. Путятю, А. В. Модульный принцип проектирования станков и инструментов / А. В. Путятю, М. И. Михайлов // Инновационное станкостроение, технологии и инструмент : материалы I Междунар. науч.-практ. конф., Гомель, 30 нояб. 2023 г. / М-во пром-сти Респ. Беларусь [и др.] ; под общ. ред. М. И. Михайлова. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2024. – С. 8–12.

3. Физико-химические методы обработки в производстве газотурбинных двигателей: Учеб. пособие/ Ю.С. Елисеев, В.В. Крымов, А.А. Митрофанов и др.; Под ред. Б.П. Саушкина. – М.: Дрофа, 2002. – 656 с.

4. Невзорова, А. Б. Влияние изменения климата на сферу обращения с активным илом сточных вод : монография / А. Б. Невзорова. - Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2022. - 109 с.

5. Кульгейко, Г. С. Значение функциональной точности элементов поршневой пары аксиальных роторно-поршневых машин / Г. С. Кульгейко, М. П. Кульгейко // Вестник ГГТУ имени П. О. Сухого: научно - практический журнал. - 2018. - № 2. - С. 7-13.

УДК 629.018

СХЕМОТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ СИСТЕМ РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ РАБОЧЕЙ ЖИДКОСТИ В ГИДРОПРИВОДЕ

Забиран К.Д. (студент, гр. ГА-21)

Гомельский государственный технический университет им. П.О. Сухого, Республика Беларусь

Ключевые слова: гидравлическое оборудование, температура, рабочая жидкость, перегрев

Актуальность: Эффективная работа подвижной техники и стационарного гидравлического оборудования во многом зависит от поддержания оптимальных температурных условий для обеспечения стабильности работы гидравлического привода [1–3]. По мнению экспертов, перегрев является второй наиболее распространенной проблемой в гидравлическом оборудовании [4].

Цель работы – выполнить обзор схмотехнических решений систем регулирования температуры рабочей жидкости в гидроприводе, провести сравнительный анализ их эффективности.

Анализ полученных результатов. Температура рабочей жидкости выше 82 °С может повредить уплотнения и привести к ухудшению качества масла. По этой причине рекомендуется избегать работы системы выше этой температуры. Однако также следует иметь в виду, что когда вязкость жидкости падает ниже оптимального значения для компонентов гидравлической системы, это показатель того, что температура слишком высокая. Это может происходить при условии температуры значительно ниже 82 °С, в зависимости от вязкости жидкости.

Чтобы поддерживать стабильную температуру жидкости, мощность гидравлической системы в отношении охлаждения должна превышать ее тепловую нагрузку.

Для преодоления проблем повышения температуры в гидравлических системах обычно используются два метода. Один из них связан с уменьшением тепловой нагрузки, а другой с увеличением теплоотдачи.

Гидравлические системы охлаждения и нагревания получили применение в качестве устройств для отвода теплоты от различных машин или объектов (например, от двигателей внутреннего сгорания), а также для подвода теплоты к ним (например, к жилым помещениям) [5]. Принцип работы таких гидросистем заключается в следующем жидкость получает теплоту, затем переносит ее по трубопроводам на определенное расстояние и наконец отдает ее. Следует отметить, что в рассматриваемых системах имеет место перенос теплоты жидкостью, но отсутствует преобразование теплоты в работу (или работы в теплоту), как в тепловых машинах или холодильных установках.

В работе рассмотрены гидравлические системы нагревания и охлаждения, проточные и циркуляционные. Проточные системы получают все меньшее применение в технике, так как имеют два существенных недостатка. Первым недостатком является необходимость технической очистки жидкости перед началом рабочего цикла, а вторым – экологические проблемы из-за ее сброса.

Термосифонная циркуляция жидкости получила ограниченное применение в системах нагревания. Значительно чаще применяются насосные гидравлические системы, особенно в системах охлаждения. Наиболее распространенными из таких устройств являются системы охлаждения тепловых двигателей.

Как правило, дополнительное тепло от гидравлической системы осуществляется через гидравлический резервуар. Увеличение объема поверхности теплопередачи может привести к задержке в процессе нагрева и не оказывает существенного влияния на тепловое состояние гидравлической системы.

Воздушные или водяные теплообменники используются для охлаждения рабочей жидкости и поддержания ее температуры в гидравлических системах. Эти теплообменники поддерживают работу гидравлической системы, помогают увеличить срок службы рабочей жидкости и самой системы и снизить затраты на обслуживание и ремонт. Одним из наиболее часто используемых являются воздушно-масляные охладители.