

УДК 66-7

**ПРИМЕНЕНИЕ СПЕЦИАЛЬНЫХ ХИМИЧЕСКИХ СОСТАВОВ В СУДОВЫХ
ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЯХ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ СУДОРЕМОНТНЫХ РАБОТ****Токаев Максим Андреевич¹**, студентe-mail: tokaevmaksim772@gmail.com**Абушов Рахим Джалал оглы¹**, студентe-mail: abushov1986@mail.ru**Касандин Павел Александрович¹**, старший преподаватель кафедры эксплуатации судовых энергетических установокe-mail: Ka1510@yandex.ru¹ Волжский государственный университет водного транспорта, Нижний Новгород, Россия

Аннотация. В статье рассмотрены физико-химические механизмы образования отложений в судовых дизелях, работающих на тяжелых сортах топлива. Описаны современные методы химической очистки, включая растворение, эмульгирование, диспергирование и смачивание. Приведена классификация моющих средств на основе щелочных, кислотных и нейтральных составов.

Ключевые слова: судовой дизель, химическая очистка, нагар, лаковые отложения, шлам, ПАВ.

**APPLICATION OF SPECIAL CHEMICAL COMPOSITIONS IN MARINE DIESEL
ENGINES DURING SHIP REPAIR WORK****Maxim A. Tokaev¹**, Studente-mail: tokaevmaksim772@gmail.com**Rakhim D. Abushov¹**, Studente-mail: abushov1986@mail.ru**Pavel A. Kasandin¹**, Senior Lecturer of the Department of Ship Power Plants Operatione-mail: Ka1510@yandex.ru¹ Volga State University of Water Transport, Nizhny Novgorod, Russia

Abstract. The article discusses the physical and chemical mechanisms of deposit formation in marine diesel engines operating on heavy fuel grades. Modern methods of chemical cleaning, including dissolution, emulsification, dispersion, and wetting, are described. The article provides a classification of detergents based on alkaline, acidic, and neutral compositions.

Keywords: marine diesel, chemical cleaning, carbon deposits, varnish deposits, sludge, surfactants.

Введение

Работа судовых двигателей, особенно на высокоскоростных судах на подводных крыльях (СПК), связана с высокими тепловыми и механическими нагрузками. При постоянной эксплуатации механизмы подвергаются износу из-за воздействия тяжёлого топлива и моторных масел, которые, в свою очередь, нагреваясь, разлагаются и образуют отложения.

К таким отложениям относятся нагар, кокс, лаковые плёнки и асфальтосмолопарафиновые отложения (АСПО). Они скапливаются в камере сгорания, на поршнях, клапанах, в масляных каналах и турбонагнетателях, что приводит к снижению компрессии, ухудшению теплообмена, увеличению расхода топлива, повышенному износу элементов и риску возникновения неисправностей.

Традиционные методы очистки, такие как ручная чистка («моточистка»), нуждаются в полной разборке двигателя. Эти методы трудоёмки, занимают много времени, и существует риск повреждения детали, оставляя микроцарапины, что способствует повторному загрязнению детали. Поэтому разработка новых методов очистки является ключевой задачей для сохранения работоспособности и надёжности судовых дизельных двигателей.

Физико-химическая природа загрязнений и механизмы их удаления

Для эффективного выбора моющих средств важно учитывать химический состав загрязнений. Нагар состоит из несгоревших углеводородов, сажи, продуктов неполного сгорания топлива. Лаковые пленки представляют собой высокомолекулярные соединения, образующиеся в результате химической реакции окисления и полимеризации масла, они обладают вязкостью и липкостью. Шлам же включает эмульгированную воду, механические примеси и продукты старения масла.

В химической очистке применяются четыре основных метода.

Растворение используется для очистки при помощи кислотных составов, которые реагируют с неорганическими веществами (карбонатами, сульфатами) и продуктами коррозии, превращая их в растворимые соли. Для удаления органических загрязнений (нагара, масел) более эффективны щелочные растворы, они омыляют жирные кислоты и гидролизуют сложные эфиры.

Эмульгирование обеспечивается за счет поверхностно-активных веществ (ПАВ), адсорбирующихся на границе раздела фаз «загрязнение – вода». Они снижают межфазное натяжение, что способствует отрыву частиц масла и нагара, а затем их диспергированию в водной среде. Образовавшаяся эмульсия легко удаляется.

Диспергирование заключается в стабилизации мелких твердых частиц (сажи, кокса) в моющем растворе благодаря адсорбционным слоям ПАВ. Это предотвращает повторное оседание загрязнений на очищенные поверхности.

Смачивание и проникновение крайне важны для труднодоступных мест (масляных каналов, зазоров между кольцами). Снижение поверхностного натяжения дает возможность раствору проникнуть в капилляры и микротрещины, вытесняя загрязнения и вымывая их.

Современные моющие средства являются многокомпонентными и включают в себя ПАВ, комплексообразователи, ингибиторы коррозии, пеногасители (для ультразвуковых ванн) и биодобавки, ускоряющие разложение отработанных растворов.

Классификация и характеристика химических средств

Чистящие средства классифицируются по химическому составу, который может быть щелочным, кислотным или нейтральным. Щелочные составы, содержащие гидроксиды и карбонаты натрия или калия, прекрасно справляются с органическими загрязнениями, такими как масла, жиры и нагар. Кислотные средства, в состав которых входят соляная,

фосфорная или сульфаминовая кислоты, предназначены для удаления накипи и ржавчины. Нейтральные составы с pH в диапазоне от 6 до 8 используются для бережной очистки алюминиевых сплавов, лопаток турбин и других хрупких материалов.

Средства для очистки различаются по агрегатному состоянию и способу применения: они могут быть в виде концентратов, твердых веществ (порошки, гранулы), аэрозолей и пен. В виде твердого вещества (порошки, гранулы) химию проще хранить при соблюдении требований хранения и простой способ разведения ее в воде. Жидкую химию очень просто хранить в канистрах и разводить по соотношению воды и концентрата в пределах от 1:10 до 1:300.

Один из важных факторов – это биоразлагаемость. Новейшие средства имеют одну из самых высоких степеней биоразлагаемости, превышающая 90%, что позволяет более экологично перерабатывать отработавшую химию, не вредя природе при этом.

Примеры отечественных средств и их свойства

В машиностроении и судоремонте применяются различные методы и средства для удаления нагара, кокса, накипи и коррозии. Существуют основные виды составов, применяемые при очистке.

Одним из наиболее популярных вариантов являются щелочные растворы. При замешивании раствора он обладает высокой моющей способностью. Щелочной раствор отлично отчищает металлические поверхности и создает на них защитную пленку от коррозии. Это позволяет продлить хранение деталей, если сборка двигателя осуществляется не сразу. Щелочные составы обладают нейтральным запахом и безопасны для алюминиевых сплавов, сохраняя их цвет. Температуру раствора можно повысить до 90°C, что ускорит процесс очистки. При приготовлении рабочего раствора, концентрат добавляют в теплую воду, для активации выжидают время, после чего разводят до нужного объема водой, ориентируясь на степень загрязнения.

Есть составы без антикоррозионных добавок в составе, и они более экономичны в использовании. Но следует учитывать, что после применения таких составов детали необходимо дополнительно защитить, нанеся смазку. Такие составы выгодны для быстрого восстановления работоспособности механизма.

В ультразвуковых ваннах используются специальные составы. Такие составы эффективно удаляют нагар, мазут и лаковые отложения. Они обладают низким пенообразованием, что способствует эффективной очистке, а также составы обладают высокой биоразлагаемостью.

Все эти составы используются в погружных и струйных мойках, аппаратах высокого давления, а также есть возможность использовать ручную. Оптимальная температура работы составов 60–90°C, время выдержки зависит от сложности загрязнения и начинается от пятнадцати минут до двух часов.

Проведение химической очистки судового дизеля

Есть два широко применяемых варианта очистки двигателя: без демонтажа (циркуляционный метод) и с частичным разборкой отдельных узлов (погружной метод). Суть циркуляционного метода в том, что специальный состав поступает по масляной системе с помощью насоса, а затем система промывается чистой водой. Такой подход позволяет удалять шлам и нагар из масляных каналов.

При использовании погружного метода часто требуется разборка механизма на отдельные детали. Эти детали загружаются в специальную ванну с моющим составом. Также в промышленности широко применяются ультразвуковые ванны, которые усиливают эффективность химии.



Экономическая эффективность

Химический метод очистки судовых дизелей и различных механизмов дает значительную экономическую выгоду. Во-первых, сокращается время простоя судна: процедура очистки длится от нескольких часов до двух суток, в то время как привычные способы механической очистки могут занимать недели. Во-вторых, химическая очистка снижает трудоемкость: работа специалистов упрощается, что уменьшает риск повреждения деталей. В-третьих, улучшение теплообмена и налаживание цикла сжатия позволяет сократить расход топлива на 3–7%. Крупные суда могут компенсировать затраты на специальную химию уже после первого рейса.

Одним из важнейших аспектов является продление срока службы двигателя. При удалении нагара из посадочных мест поршневых колец их подвижность восстанавливается, что, в свою очередь, благоприятно влияет на уменьшение попадания выхлопных газов в картер и порчи масла. Прочистка масляных каналов от отложений улучшает смазываемость трущихся деталей и увеличивает их срок службы. При выполнении этого межремонтный период увеличивается на 20-30%.

С точки зрения экономии и отказа от импортных производителей можно выбирать более доступных. Например, отечественного производителя. Качество которого не уступает зарубежным, а в некоторых аспектах даже лучше. Это просто необходимо для судовых дизелей серии М-400, а также для более старых моделей или зарубежных двигателей. Развитие отечественного производителя ведет к доступной цене за товар и гарантирует качество их товаров.

Заключение и перспективы

Метод химической очистки является очень эффективным и служит для поддержания деталей в работоспособном состоянии. Этот метод позволяет очистить труднодоступные места в двигателе, до которых невозможно достать вручную.

Эта специализуемая химия не оказывает никакого вредного влияния на металлические детали и не подвергает его коррозии. При этом биоразлагаемые химикаты никак не вредят окружающей среде и являются безопасными для нее.

Рекомендация по проведению очистки предполагаемо от 2000 до 3000 моточасов. В ближайшем будущем планируется разработать более эффективные средства. Возможно создание плавучих очистных платформ для более быстрого и эффективного обслуживания судов.

Список литературы:

1. Беренсон С.П. Химическая технология очистки деталей двигателей внутреннего сгорания. — Москва : Транспорт, 1967. — 268 с.
2. РД 31.28.54-80 Инструкция по непрерывной очистке судовых дизелей препаратом «Чистра-2» / Управление технической эксплуатации флота и судоремонтных заводов Минморфлота. — М. : ЦРИА Морфлот, 1981. — 14 с.
3. РД 31.28.04-88 Технологическая инструкция по профилактической и предремонтной химикомеханизированной очистке, промывке и дегазации топливных цистерн судов. — М., 1988.
4. П.В. Чулков, Б.Г. Бедрик, С.И. Калашников. Растворители и составы для очистки машин и механизмов: Справ. изд.— М.: Химия, 1989.—176 с.
5. Технический каталог ООО «Завод Химик Лайф». Средства серии «ПРОФИС». 2025.

