

Удаление нагара с деталей без разборки двигателя

Известно несколько способов удаления нагара с деталей двигателя без разборки или с частичной разборкой двигателя:

- а) механический (счищая скребками, щетками);
- б) изменение режима работы двигателя;
- в) введение в камеру сгорания специальных веществ, способствующих удалению или выжиганию нагара.

Механический способ удаления, нагара самый примитивный, хотя в ряде случаев является единственно возможным.

Запатентован скребок [103] для очистки днища поршня, имеющий форму трубки с заостренным концом. Противоположный конец трубки впаян в верхнюю трубку, ось которой расположена под углом 90° к оси скребка. При очистке днища поршней от нагара без разборки двигателя имеется опасность попадания твердых частиц нагара в зазор между поршнем и цилиндром, что в дальнейшем может вызвать задиры зеркала цилиндра, поэтому в конструкции скребка предусмотрен эжекционный отсос частиц.

Конец скребка, входящий в верхнюю трубку, имеет скос для эжекционного засоса воздуха. В один конец верхней трубки подается сжатый воздух от компрессора, на втором конце установлен фибровый фильтр для улавливания засасываемых частиц нагара. Благодаря скоростному напору воздуха в верхней трубке у скошенной кромки скребка создается разрежение, под действием которого отдельные частицы нагара засасываются в верхнюю трубку и осаждаются в фильтре.

В какой-то мере возможно удалять нагар из камеры сгорания без разборки двигателя путем быстрой смены режимов его работы. Удаление нагара происходит вследствие частичного его выгорания и механического сбрасывания при работе двигателя с открытой полностью дроссельной заслонкой. При длительной работе двигателя на постоянном режиме, как правило, наблюдается наибольшее нагарообразование.

Кливленд и Энох [104] сообщают, что ощутимые результаты по удалению нагара были достигнуты при впрыске обычной воды в камеру сгорания двигателя в такте впуска. При этом они подчеркивают, что эффект от впрыска воды получался в том случае, если вода вводилась в виде струи в определенное время и в определенное место.

Известен ряд рекомендаций по удалению нагара, основанных на введении специальных веществ в камеру сгорания двигателя.

Была рекомендована специальная жидкость PDQ, выпущенная фирмой Sigworth & Stone [105]. Для удаления нагара двигатель быстро переводят с режима малых оборотов до 3000 об/мин и обратно. Такую операцию повторяют около 30 раз. Применяемая жидкость при сгорании обеспечивает более высокую температуру в камере сгорания, чем при работе на обычном бензине, и более высокое давление, что и способствует удалению нагара.

Запатентована [106] композиция для удаления нагара и загрязняющих отложений, в том числе отложений соединений свинца из камер сгорания двигателей внутреннего сгорания. В состав композиции входят:

- ≈150% (по объему) очищенного минерального масла (pH 6,9-7,1);
- ≈50% растворителя смолистых веществ (ксилола, толуола);
- 2 - 4 бензальдегида; рекомендуется также добавлять 0,25 - 0,5 фенилацетальдегида.

Композицию смешивают в стеклянном или из нержавеющей стали сосуде, и после смешения выдерживают около 24 ч для завершения реакции между маслом и альдегидом.

Для удаления отложений детали двигателя промывают композицией, а для удаления отложений из камеры сгорания добавляют в топливо (бензин, дизельное топливо) 2 - 10% композиции.

С помощью композиции, состоящей из смеси 50% минерального масла и 50% ксилола, с добавлением 0,5% бензальдегида и 0,5% фенилацетальдегида, на двигателе, работавшем на

этилированном бензине, были устранены отложения на свечах, клапанах и других частях двигателя.

Для удаления свинецсодержащего нагара с деталей камеры сгорания предложена композиция [107], состоящая из 25 - 75 объемных процентов внутренних эфиров циклического строения (карбонаты этилена, пропилена, бутилена или амилена), 10 - 50% воды и 10 - 25% растворителя для эфира и воды (метанола, этанола, изопропанола, ацетона, диметилацетата или метилэтилкетона). Например, применяют такую композицию: 38% карбоната пропилена, 37% воды, 25% метанола. Для обработки камеры сгорания композицию вводят через воздухопроводы карбюратора. После обработки двигатель может нормально работать на топливе с более низким октановым числом.

Предложена композиция [108] для удаления отложений из камеры сгорания и других частей двигателя с искровым зажиганием, состоящая из 40 - 70 объемных процентов этилацетата, 2 - 20% моноэтилового эфира этиленгликоля и 25 - 60% циклического карбонатного эфира формулы $R_2COC(O)OCR_2$ (особенно рекомендуется карбонат пропилена).

Запатентована также композиция: 55% этилацетата, 5% моноэтилового эфира этиленгликоля, 40% карбоната пропилена. Двигатель Бюик после пробега 4600 км был промыт этой композицией, для чего 400 мл композиции ввели в двигатель через подводящий воздухопровод при работе на холостом ходу, затем двигатель остановили на 15 мин и вновь пустили на пробег 8 км. Требуемое октановое число топлива до промывки было 92, а после - 90.

Для уменьшения образования отложений во время работы двигателя в бензин можно добавлять 0,01 - 5% (объемных) циклического карбонатного эфира, который один нельзя, употреблять в качестве промывочной жидкости ввиду его высокой вязкости.

Предложен способ удаления отложений из двигателя с помощью промывочного масла [121].

Для, очистки двигателя ЗДб от различных углеродистых отложений было применено специальное промывочное масло вязкостью 2,73сст при 100°C вместо стандартного масла вязкостью 20,7сст при 100°C. Промывка производилась при оптимальном режиме работы двигателя ($N_e = 75$ л.с.; $n = 1200$ об/мин). Давление масла было более низким, чем при работе на стандартном масле: на входе - 5,0 кГ/см², на выходе - 3,5 кГ/см² при температуре масла 75°C,

При определении эффективности действия промывочного масла было установлено, что оно полностью удаляет осадки, образовавшиеся в картере двигателя, масляных полостях коленчатого вала, масляной ванне головки блока и на распределительных валах, восстанавливает подвижность поршневых колец, а также хорошо удаляет лаковые отложения с трущихся, поверхностей, канавок и дренажных отверстий поршней; оказалось, что промывочное масло не действует на нагар, образующийся в камере сгорания и выпускном тракте двигателя; это вполне естественно, так как оно попадает туда при работе двигателя в незначительном количестве и выгорает.

Применение промывочного масла для периодических промывок двигателя ЗДб вызывает несколько повышенный износ поршневой группы, что, видимо, связано с малой вязкостью промывочного масла.

При работе двигателей типа ЗДб на промывочном масле в выпускных газах двигателя обнаруживается незначительное количество фосгена. Очевидно, фосген в газах появляется в результате высокотемпературного разложения активного компонента промывочного масла, попавшего в камеру сгорания двигателя. Концентрация фосгена незначительная и составляет 0,0025 - 0,0035 мкг/л.

Удаление нагара с деталей после разборки двигателя

Очистку деталей двигателя от нагара производят различными способами:

механическим, удаляя нагар шабером, стальными щетками, скребками, или пневматическим; химическим, обрабатывая детали специальными жидкостями (растворяющими или разрыхляющими нагар), или расплавами солей;

электролитическим;

выжиганием,

Механическая очистка деталей от нагара щетками и скребками вручную или с помощью машин несовершенна, трудоемка и при малейшей неосторожности может привести к порче детали. Более удачным является пневматический способ. Он отличается от известной пескоструйной обдувки, широко применяемой в промышленности для очистки поверхностей, только тем, что вместо песка используется более мягкий материал, не повреждающий металлическую поверхность.

По предложению Н. В. Полякова, для удаления нагара с деталей последние следует обдувать с помощью пневматического аппарата специально приготовленной косточковой крошкой, которая готовится из скорлуп косточек слив, персиков, абрикосов, алычи, грецких орехов и др. Косточки дробят, удаляют ядра, а скорлупу просушивают, размалывают на вальцах и сортируют по размерам путем просева на ситах.

Имеются рекомендации по использованию при пневматическом способе других материалов, например, риса [109], порошкообразного сернистого калия [110].

Химическая очистка. Известны рецепты жидкостей, позволяющие проводить как раздельную очистку стальных и алюминиевых деталей, так и одновременную очистку всех деталей сразу. Следует подчеркнуть, что жидкости, содержащие в своем составе едкий натр, ни в коем случае нельзя использовать для очистки алюминиевых деталей, так как щелочь разрушает алюминий.

В табл. 38 приведены составы жидкостей (кг на 100л воды), применяемых для очистки стальных деталей от нагара [18].

Таблица 38

Рецепты жидкостей для удаления нагара со стальных деталей

Состав	Номер жидкости		
	1	2	3
Едкий натр (NaOH)	2,5	10	2,5
Сода кальцинированная (Na ₂ CO ₃)	3,3	-	3,1
Жидкое стекло (Na ₂ SiO ₃)	0,15	-	1,0
Мыло	0,85	-	0,8
Хромпик (K ₂ Cr ₂ O ₇)	-	0,5	0,5

Детали погружают в приготовленный раствор, нагретый до 80 - 95°, и выдерживают при этой температуре в течение 2 - 3 ч; оставшийся нагар легко удаляется кистью или щеткой. После очистки детали промывают водой, содержащей 0,1 - 0,3% хромпика, и просушивают сжатым воздухом.

Для очистки стальных деталей от нагара эффективной считается жидкость [113], представляющая собой смесь равных количеств 10-процентного раствора едкого натра (ГОСТ 4328 - 48) и этилцеллозольва (ГОСТ 8313 - 57) [16]. Жидкость готовят в емкости из нержавеющей стали.

Порядок очистки деталей от нагара следующий. Деталь предварительно обезжиривают, используя водные растворы кальцинированной соды (0,2%) и хромпика (0,2%), затем погружают в жидкость с температурой 15 - 20°C на 15 - 20 мин, после чего деталь тщательно промывают водой

до полного удаления моющей жидкости, что контролируется по индикатору - фенолфталеину и высушивают обдувкой сжатым воздухом; для защиты от коррозии обрабатывают авиационным керосином.

Для очистки форсунок от нагара [16] применяют жидкость следующего состава: раствор масла касторового сульфированного в воде (1 : 2) - 75%; 10-процентный водный раствор едкого натра - 5%; этилцеллозольв - 20%.

Форсунки загружают в ванну с жидкостью, нагретой до 70 - 75°C, и выдерживают их в течение часа. Затем, не допуская охлаждения форсунок, переносят их в другую ванну, содержащую 0,5-процентный водный раствор продуктов ОП-7 или ОП-10, нагретый до 40 - 50°. Этим раствором при помощи жестких волосяных кистей удаляют размягченный нагар, после чего форсунки промывают теплым раствором кальцинированной соды и хромпика (по 0,2%) и просушивают сжатым воздухом.

Запатентован [111] способ удаления свинцовых и других отложений с металлических деталей двигателей внутреннего сгорания, заключающийся в промывке этих деталей растворителем при 130 - 135°C в течение 1,5 - 3,5 ч. Рекомендованы следующие составы растворителей в весовых процентах. 1. Едкое кали - 17,0; триэтаноламин - 15,0; вода - 68,0. 2. Гликолят калия - 22,5; ацетат калия - 6,53; едкое кали - 16,64; феноксид калия - 5,81; триэтаноламин - 13,82; вода - 34,70. 3. Едкий натр - 12,0; ацетат натрия - 12,0; гликолят калия - 15,0; триэтаноламин - 15,0; вода - 46,0.

Одним из эффективных методов удаления нагаров со стальных деталей или с деталей из черных сплавов является обработка деталей расплавами неорганических солей [16]. Механизм действия расплава в основном сводится к температурным воздействиям как на нагар, так и на материал детали. Вследствие разности в коэффициентах линейного расширения нагара и металла происходит как бы их относительный сдвиг и слой нагара отделяется от металлической поверхности.

Хорошие результаты по удалению нагара дает обработка детали расплавом едкого натра, имеющего температуру плавления 328°.

Технология удаления нагара расплавами солей сводится к следующему. В ванну из нержавеющей стали загружают соль и нагревают ее несколько выше температуры плавления. Затем в ванну помещают детали для очистки и выдерживают в расплаве от 20 до 60 мин. После чего извлекают из ванны, охлаждают до 120 - 150°C, промывают горячей водой и проводят противокоррозионную обработку, погружая на 5 - 10 мин в керосин, содержащий 1 - 2% минерального масла.

Для очистки алюминиевых деталей от нагара известны следующие составы жидкостей (кг на 100 л воды), табл. 39 [18].

Таблица 39

Рецепты жидкостей для удаления нагара с алюминиевых деталей

Состав	Номер жидкости			
	1	2	3	4
Сода кальцинированная (Na_2CO_3)	1,85	2,0	1,0	1,0
Мыло	1,0	1,0	10	-
Жидкое стекло (Na_2SiO_3)	0,85	0,8	-	-
Хромпик ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$)	-	0,5	0,5	0,3

Детали с нагаром погружают в жидкость, нагретую до 80 - 95°C, и выдерживают в течение 2 - 3 ч. Затем промывают водой, содержащей 0,1 - 0,3% хромпика, и высушивают сжатым воздухом [117].

В случае необходимости одновременной очистки стальных и алюминиевых деталей можно пользоваться составом, известным под названием воронежской смеси. Для очистки деталей воронежской смесью требуются три ванны. Одна ванна должна быть герметичной с решетчатой горизонтальной перегородкой, расположенной на высоте 150 - 160 мм от дна. В первую ванну наливают мыльный раствор (8 - 10% мыла); во вторую, тоже герметичную, до решетчатой

перегородки наливают 25%-ный технический нашатырный спирт (NH_4OH), затем смесь, состоящую из 55% керосина, 33% скипидара и 12% бензола. Обычно на 45кг технического нашатырного спирта берут 180 - 200кг смеси. В третью ванну наливают керосин. Все жидкости имеют комнатную температуру.

Алюминиевые и стальные детали, покрытые нагаром и другими углеродистыми отложениями, на несколько минут погружают в ванну с мыльным раствором, затем переносят в ванну, заполненную воронежской смесью, и выдерживают не менее 24 ч, после чего их промывают в керосине, удаляя щеткой оставшийся нагар.

Для удаления нагаров с поршней и других деталей поршневых авиационных и автотракторных двигателей рекомендуется [16] применять крезольную жидкость, представляющую собой тройную гомогенную систему трикрезол - мылонафт - вода. Крезольная жидкость готовится смешением трикрезола (40 - 60%) и мылонафта (60 - 40%) при подогреве до 50 - 60°C. Детали, подлежащие очистке, сначала обезжиривают, а затем загружают в ванну с крезольной жидкостью, нагретой до 80 - 185°C, и выдерживают в течение 2 - 13ч, после чего их переносят в моечную машину струйного типа, где обрабатывают 10 - 15 мин горячим обезжиривающим раствором.

Известны [112] и другие составы типа крезольной жидкости (табл. 40).

Таблица 40

Состав моющих жидкостей

Состав	Жидкость	
	Декарбон Т	Декарбон V
Карболовое масло, содержащее 25% фенолов, мл	100	100
Трихлорэтилен, мл	250	-
Трикрезол мл	20 - 40	-
Жидкое стекло, мл	0,5 - 1	0,3-0.8
Керосиновый сульфат, мл	20 - 40	5-10
Зеленое мыло, г	90 - 100	50-60
Олеиновая кислота, мл	-	0,5 - 1
Вода, мл	10 - 25	10 - 15

Детали промываются жидкостью Декарбон Т при комнатной температуре. Продолжительность очистки зависит от степени загрязнения детали и колеблется от минуты до десятков минут.

Жидкость Декарбон V разбавляют одной или двумя частями воды. Загрязненные детали выдерживают в жидкости, нагретой до 80 - 90°C более часа.

Для удаления нагаров рекомендуются две жидкости [113], применяющиеся в горячих ваннах (75 - 85°C); одна, у которой основным моющим компонентом является крезол - 62 весовых процента; мыльный эмульгатор - 30%, вода - 8%; другая - высококипящий хлорированный растворитель: ортодихлорбензол - 53 весовых процента, крезол - 23%, олеат калия - 10%, вода - 5%.

Взят патент [114] на способ удаления отложений из камер сгорания двигателя, заключающийся в подогреве деталей до температуры свыше 65° и удалении осадков с помощью раствора, состоящего (по объему) из 1/3 ксилола, 1/3 нефтяной фракции ароматического характера, выкипающей в пределах 120 - 205° и имеющей высокую температуру вспышки и 1/3 диметилформамида.

Предложен способ [115] удаления отложений из камер сгорания двигателей растворителем, состоящим из 10 - 70% (объемных) циклического внутреннего эфира угольной кислоты (этилен, пропилен, бутилен или амиленкарбоната); 10 - 30% органического полярного растворителя (ацетона, метанола и т. д.); 20-60% водного раствора CH_3COOH или соединений, образующихся при термическом разложении. В частности, растворитель может содержать ≈ 25 объемных процентов пропиленкарбоната; $\approx 25\%$ $(\text{CH}_3)_2\text{CO}$; $\approx 50\%$ CH_3COOH (50%-ной).

Запатентована композиция [116] для удаления нагара, состоящая из водного раствора соли Fe (перхлорат), кислоты, образующей комплексное соединение с Fe (фосфорная кислота), кислоты, усиливающей действие этого комплекса на нагар (борофтористоводородная кислота), а также смачивающего и пассивирующего агентов. Примерная композиция жидкости состоит из 200 г $\text{Fe}(\text{ClO}_4)_2$; 160 г H_3PO_4 и 80 г HBF_4 , одного смачивающего и одного пассивирующего агента.

Предложен следующий состав [117] для очистки от нагара и других отложений форсунок, нагревательных устройств, длительное время работавших на дистиллятном или остаточном нефтяных топливах, а также для профилактической очистки форсунок: 1) 58% масла вязкостью 2сст при 37,8°C температурой вспышки 71°, содержащего 80,4 весового процента ароматических углеводородов (сульфируемых) с температурами начала кипения 168°, выкипания 50% фракции - 236°, конца кипения - 287°; 2) 20% лактата два-гаптадецилимидазолина; 3) 15% н-бутилового спирта; 4) 7% раствора нафтената свинца, содержащего 24% весового процента свинца.

Приводится пример: форсунка была полностью очищена от отложений, толщина которых от 1,6 до 3,5мм, обработкой ее 0,5л описанного состава. Состав пригоден для многократного использования.

Для удаления нагара с деталей двигателя внутреннего сгорания предлагается [118] смесь галоидопроизводных углеводородов (содержащих от 1 до 4 атомов углерода) и циклических спиртов - гидроксидов, содержащих ароматические, циклоалифатические и гетероциклические соединения. В числе спиртов - циклогексанол, цикlopентанол, бензиновый спирт и др. В качестве галоидопроизводных с температурой кипения 40 - 150°C предлагаются дихлорэтан, перхлорэтилен и др. Оптимальное содержание спирта в смеси с галоидопроизводными 5 - 30 весовых процентов.

Загрязненные детали выдерживают в смеси при комнатной или несколько повышенной температуре, а затем промывают в водном растворе гидроокисей, карбонатов, нитратов, бензонатов, полифосфатов органических и неорганических катионов, содержащем смачиватели или эмульгаторы - алкилбензолсульфонаты, алкмлеульфонаты, неионогенные вещества; после этого моют в чистой воде и сушат.

Электролитическая очистка камер сгорания ГТД [16] производится в электролитической ванне, заполненной - 10%-ным раствором едкого натра, нагретого до 65 - 70°C. Очищаемая деталь (камера) может служить анодом или катодом, плотность тока - 5а/дм². На указанном режиме происходит быстрое (в течение 15 - 30 мин) и полное удаление нагара, причем удалению нагара предшествует его шелушение и отслаивание от поверхности детали. Камеры после удаления нагара промывают струей воды под давлением 3 - 5кГ/см² и просушивают сжатым воздухом.

Анодная очистка предпочтительнее катодной: детали не покрываются темными пятнами и нет опасности наводороживания металла, что может иметь место при катодной очистке.

Удаление нагаров выжиганием. Чтобы удалить нагар методом выжигания, необходимо детали с нагаром выдержать определенное время при высокой температуре (выше 600°C). Ниже приводится способ выжигания нагара со стенок жаровых труб реактивного двигателя типа АМ-3.

После разборки двигателя жаровые трубы осматривают. Для ускорения термоочистки вначале механическим путем удаляют большие скопления нагара в виде «поясов», после чего жаровые трубы помещают в электронагревательную печь. При температуре 500°C выгорание нагара практически не происходит. При температуре 600°C нагар тоже не выгорает, но начинает отслаиваться от стенки. Рабочей температурой, при которой нагар выгорает, являются температуры 700 - 750°C. Для интенсивного выгорания нагара в раскаленную жаровую трубу камеры сгорания подается воздух.

Процесс термоочистки длится 10 - 15мин. Без механической очистки больших скоплений нагара время термоочистки увеличивается до 30 - 40мин. После термоочистки остывшие жаровые трубы камер сгорания промывают и дефектируют

ЛИТЕРАТУРА

1. Под ред. Папок К.К. и Семенидо Е.Г. Моторные и реактивные масла и жидкости. М., «Химия», 1964.
2. Зуйдема Г. Г. Эксплуатационные свойства смазочных масел. М., Гостоптехиздат, 1957.
3. Dimitroff E., I.V. Moffitt, R.D. Quillian, Transactions of the ASME, Journal of lubrication technology V. 91. ser F, № 3 D D. 406-416, 1969.
4. Влияние топлив и масел на образование отложений в двигателях. Сборник статей ЦНИИ ТЭнефть. М., 1956.
5. Bouman C. World Petrol Congress Proceedings II, 248-55. London, 1933.
6. Gruse W.A. Livigston C. RAEJ 1, 45, p.p. 324-334, 1939.
7. Mougey H. C. SAEJ, 53, p.p. 582-587, 1945.
8. Кадмер Е. Х., Маузер И.Х. IV Международный нефтяной конгресс. Применение нефтепродуктов, т. VII. М., Гостоптехиздат, 1957, стр. 81.
9. Папок К.К., Саранчук Л.И. Нагарообразование и термическая стабильность авиационных масел. М., Редиздат Аэрофлота, 1946.
10. Черножуков Н.И. К вопросу исследования окисляемости минеральных масел. «Нефтяное хозяйство», 1947, № 8, с. 45.
11. Трактовенко Н.А. «Химия и технология топлив и масел», 1969, № 11, с. 29.
12. Laner J.L, Friel P.J. Combustion and Flame, V.4, № 2, 1960.
13. Dumont L.F. SAE, Quart, Trans, October, 1951.
14. Маринченко Н.И., Чертков Я.Б., Пискунов В.А. «Химия и технология топлив и масел», 1964, № 1, с. 51.
15. Микита Дж.Дж., Старджис Б.М. IV Международный нефтяной конгресс. Применение нефтепродуктов, т. VII. М., Гостоптехиздат, 1957.
16. Беренсон С. П. Химическая технология очистки деталей двигателей внутреннего сгорания. М., «Транспорт», 1967.
17. Сомов В.А. Повышение моторесурса и экономичности дизелей. Л., «Машиностроение», 1967.
18. Папок К.К., Виппер А.Б. Нагары, лаковые отложения и осадки в автомобильных двигателях. М., Машгиз, 1956.
19. Bouman C.A. Properties of Lubricating oil and Engine Deposits. London, 1960.
20. Нагао Фудзио, Икэгами Макото, Токунага Акихиса. Реферативный журнал «Двигатели внутреннего сгорания», 1966, №5.
21. Trans Japan Soc. Mech Engrs., 1965 V.31, №230.
22. Sechrist C.N, Hammen H.H. Ind Eng. Chem., V.50, №3, 1958.
23. Georgi C.W. Motor Oils and Engine Lubrication. New-York, 1950.
24. Shore L.B., Ockert K.F. SAEJ, IX, 65, 10, 1957.
24. Гуреев А.А., Лившиц С.М. «Автомобильный- транспорт», 1961, № 5, с. 26.