

М. Л. Данган
Л. Г. Шереметев
Н. Н. Шпанов

Современные авиационные моторы

(до 1930 года)

Америка

Италия

Англия

Франция

Чехо-словакия

Государственное
научно-техническое издательство
Москва — Ленинград
1931 ноябрь

**М. Л. Дзиган
Л. Г. Шереметев
Н. Н. Шпанов**

Германия

Америка

Италия

Англия

Франция

Чехо-словакия

Современные авиационные моторы

(до 1930 года)

Под редакцией и
со вступительной статьей
инж. Н. М. Харламова

Государственное
научно-техническое издательство
Москва — Ленинград
1931 ноябрь

Коллективный труд инж. М. Л. Дзиган, Л. Г. Шереметева и Н. Н. Шпанова — „Современные авиационные моторы“ является по существу работой, фиксирующей состояние авиационного моторостроения на данный момент.

Материал, собранный в этом труде, дает достаточно полные сведения по конструкции всех важнейших авиационных моторов и их характеристике. В нем также даны краткие сведения по истории возникновения отдельных конструкций и развитию фирм.

Назначение труда — дать справочный материал для конструкторов по авиационному моторостроению, главным образом, а также для конструкторов по самолетостроению и для всех лиц, изучающих авиационные моторы или интересующихся развитием авиационного моторостроения. Отчасти данный труд можно рассматривать как статистический материал для некоторых исследований по авиационному моторостроению.

К печати подготовили:

Редактор ГНТИ Ф. Шаховской

Техредактор А. Родин

Отпечатано в 1-й типографии Огиза РСФСР
„Образцовый“. Москва, Валуевская, 28. Упол-
номоченный Главлита № В-3570. НМГ
ГНТИ № 1269. Заказ № 1345. Тираж 10 000.
30 $\frac{1}{2}$ печ. лист. + 4 вкл.

От авторов

Потребность в систематизированном сборнике по авиационным моторам чрезвычайно остро чувствуется всеми работниками моторостроения.

Ведя в течение ряда лет работу по собиранию сведений об основных и конструктивных данных авиационных моторов, мы убедились, что сведения о моторах, помещаемые в авиационных технических журналах, очень часто не заслуживают никакого доверия: неоднократно приходилось встречать таблицы данных и даже фотографии таких машин, которые не только не находили потом практического применения, но и не подвергались даже и элементарным испытаниям, оставаясь лишь моделью — макетом. Сплошь и рядом в технической литературе даются описания авиационных двигателей с исключительно высокими данными. Однако, при проверке зачастую обнаруживалось, что такой „рекордный“ двигатель был лишь экспериментальным, а данные его — проектными данными. Иногда спустя несколько лет экспериментальный двигатель превращался в действительно работоспособную машину; гораздо чаще эксперимент оказывался неудачным, и самый тщательный просмотр литературы не обнаруживал никаких следов ранее горячо восхваляемого мотора.

Исходя из приведенных соображений, авторы сборника старались пользоваться лишь проверенными данными и избегали помещать описания и характеристики моторов, существование и практическая ценность которых казались сомнительными.

Стремление не расширять чрезмерно объем сборника заставило отказаться от помещения описаний всех без исключения моторов, изготавливаемых или изготовлявшихся авиадвигательными фирмами. Поэтому в данном труде дано описание моторов лишь наиболее крупных авиадвигательных фирм Европы и Америки.

Весь помещаемый в настоящей книге материал был собран авторами к концу 1929 г. Задержавшееся по техническим причинам издание книги не дало возможности поместить новейшие типы авиадвигателей, появившиеся за последние 1 $\frac{1}{2}$ —2 года, но и приводимый достаточно обширный материал может оказать существенную пользу всем работникам авиадвигательного строительства. Авторы будут чрезвычайно благодарны за все указания о дефектах, неточностях и неправильностях, которые естественно могут встретиться в этом первом систематизированном сборнике основных и конструктивных данных авиадвигателей.

Содержание

От авторов	Стр. 5
Вступительная статья инж. Н. М. Харламова „Современные авиационные моторы и пути их развития“	7
1. Германия	
Баварские моторостроительные заводы (BMW)	20
Юнкерс	81
Сименс-Гальске	97
Даймлер-Бенц (Мерседес-Бенц)	121
Аргус	131
2. Америка	
Райт	139
Кертисс	165
Паккард	190
Пратт и Уитней	210
Ферчайльд-Каминец	219
3. Италия	
Изотта-Фраскени	226
Фиат	245
4. Англия	
Бристоль	267
Роллс-Ройс	285
Армстронг-Сиддлей	316
Нэпир	332
ADC	347
5. Франция	
Рено	358
Гном-Рон	391
Сальмсон	413
Испано-Сюнга	434
Лоррен-Дитрих	456
Фарман	472
6. Чехо-словакия	
Вальтер	479
Шкода	488

Вступительная статья

Современные авиационные моторы и пути их развития

Н. ХАРЛАМОВ

Коллективный труд инж. М. Л. Дзиган, Л. Г. Шереметева и Н. Н. Шпанова — „Современные авиационные моторы“ является по существу работой, фиксирующей состояние авиационного моторостроения на данный момент.

Материал, собранный в этом труде, дает достаточно полные сведения по конструкции всех важнейших авиационных моторов и их характеристике. В нем также даны краткие сведения по истории возникновения отдельных конструкций и развитию фирм.

Назначение труда — дать справочный материал для конструкторов по авиационному моторостроению, главным образом, а также для конструкторов по самолетостроению и для всех лиц, изучающих авиационные моторы или интересующихся развитием авиационного моторостроения. Отчасти данный труд можно рассматривать как статистический материал для некоторых исследований по авиационному моторостроению. Наиболее ценным в подобного рода работах является прежде всего точность и достоверность помещаемого материала и максимальный охват всех существующих объектов.

При составлении своего труда авторы пользовались, главным образом, официальным фирменным материалом, в виде проспектов, каталогов и официальных предложений на поставку моторов. Однако этот материал не всегда может служить совершенно точным источником, ибо фирменные данные по каталогам чаще всего бывают несколько преувеличены в сторону повышения лучших качеств мотора, расходясь с действительностью до 5—10% в своих лучших показателях. Такое стремление фирм вполне понятно, ибо при рекламировании своей продукции фирмы прежде всего указывают наиболее выигрышные, „парадные“ показатели. Как корректив к этому авторам служили данные официальных испытаний и сведения о работе моторов, которые имеются на снабжении воздушного флота в СССР. Эти коррективы помогли дать в труде более обоснованный и проверенный материал.

Что же касается полноты охвата имеющегося материала, то здесь следует сказать, что в труде отмечены продукции всех европейских и американ-

ских фирм, поставляющих свою продукцию в военные воздушные флоты своих государств и на транспортные пассажирские воздушные линии. Этими фирмами конечно не охватывается все существующее в Европе и САСШ авиамоторное производство, ибо там имеется примерно вдвое большее количество фирм, изготавливающих авиамоторы.

Однако удельный вес фирм, изготавливающих авиамоторы, описания коих не помещены в труде, является весьма ничтожным во всей авиапромышленности; эти фирмы чаще всего обслуживают случайного потребителя и выпускают моторы в незначительных количествах (часто в единицах) для обслуживания спортивной и частновладельческой авиации. Следовательно помещенный в труде материал может нами рассматриваться как достаточно достоверный для работы и по объему охватывающий всю основную продукцию крупнейших фирм. Правда в труде не даны сведения по самым последним конструкциям авиамоторов, но это дело поправимое, ибо их можно издать в виде дополнения, подготовка же материала по новым конструкциям весьма затруднительна и надолго могла бы задержать выход в свет уже подготовленного.

Хотя авторы и не ставили себе задачи дать систематизированный труд, в котором намечались бы определенные пути развития авиамоторостроения, однако из рассмотрения собранного ими материала уже вполне определенно можно сделать некоторые общие выводы и наметить основные тенденции в развитии авиамоторов.

Прежде всего совершенно ясно видно, что современный авиационный мотор в основном остается быстроходным легким двигателем, работающим по четырехтактному принципу на легкоиспаряемых топливах.

Питание горючим применяется исключительно через карбюратор, хотя в настоящее время уже имеются попытки разрешить вопрос о непосредственном впрыске легких топлив во всасывающие трубопроводы или в цилиндр двигателя. Что касается применения топлив, то, несмотря на усиленные экспериментальные работы, ведущиеся во всех странах, действительно надежного и мощного авиадизеля еще в эксплуатации нет, и делаются только первые шаги к применению авиадизелей мощностью в 200—300 л. с.

В отношении способа охлаждения моторов также остаются оба применявшихся ранее принципа — воздушного и жидкостного охлаждения (вода, этиленгликоль), и на данной стадии развития авиамоторостроения оба принципа применяются примерно в равной доле.

Совершенно ясно наметилась градация мощностей, а равно и специфические особенности в конструкции в зависимости от назначения моторов; причем дифференциация моторов в зависимости от требований самолетостроительной практики намечается все больше и больше.

Теперь уже нельзя рассматривать авиационный мотор как самодовлеющую единицу и сравнивать две различных конструкции моторов только по удельному весу, приходящемуся на единицу мощности. Вопросы эксплуатации, удобства монтажа на самолете и лучшие габаритные данные могут на практике выдвинуть на первое место мотор, который при простом сравнении удельных весов мог стоять в разряде худших. Конструктору моторов чаще и чаще приходится спрашивать мнения и совета конструктора самолетов как в отношении кардинальных вопросов — какой мощности и веса нужен мотор, так и по деталям моторов, например в отношении расположения выхлопов, различных агрегатов и т. д.

Требования практики самолетостроения, отражаясь на конструкции моторов, в основном выработали примерно следующую схему распределения мощностей и типов моторов:

№	Мощность в л. с.	Конструкция	Назначение
1	20—65	2—5-цилиндровый, воздушного охлаждения, с цилиндрами, расположенными в ряд или звездой	Спортивная авиация, в 65 л. с. — учебный в частных школах
2	100—175	5—7-цилиндровый, воздушного охлаждения, с цилиндрами в ряд или звездой	Для учебных самолетов в военной авиации и в школах крупных фирм. Мощность в 165 л. с. — как пассажирский для двухместных самолетов
3	220—350	Воздушного охлаждения, с 7 или 9 цилиндрами, расположенными звездой	Тренировочная авиация в военном воздушном флоте и многоместные пассажирские самолеты часто с тремя моторами
4	420—700	Воздушного охлаждения, звездообразные, в 9—14 цилиндров	Истребительная авиация в военном воздушном флоте (иногда разведывательная и бомбардировочная) и многоместные пассажирские самолеты
5	600—900	Водяного охлаждения, с 12—18 цилиндрами, V- или W-образного расположения	Военная, разведывательная, бомбардировочная, иногда истребительная авиация и очень мало пассажирская
6	1 500—2 000	Водяного охлаждения (или иной жидкостью), V- или W-образное расположение цилиндров	Для гонок и скоростных рекордов при малом весе и для тяжелых, грузоподъемных самолетов при сохранении нормального удельного веса

Как видно из таблицы, наиболее высокие требования к моторостроению в отношении повышения мощности предъявляет военная авиация, которая к тому же предъявляет весьма высокие требования и в отношении минимального веса и большой высотности мотора.

Переходя к общим требованиям, предъявляемым к моторам со стороны различных потребителей, следует сказать, что первая группа моторов в 20—65 л. с., предназначенных для спортивной авиации, кроме наименьшего веса, предъявляет ряд требований в отношении надежности и простоты ухода.

Вторая группа потребителей моторов в 100—175 л. с., помимо минимального веса мотора, уже предъявляет требования к большей надежности мотора, ибо больший срок работы мотора между переборками (у американцев в среднем 300—400 час.) понижает эксплуатационные расходы.

Третья группа потребителей 225—350-сильных моторов предъявляет требования к этой группе моторов примерно такие же, как и вторая, но при этом добавляется требование умеренного числа оборотов и легкости запуска мотора.

Четвертая и пятая группы потребителей мощных моторов в 420—900 л. с. предъявляют уже ряд более высоких требований в зависимости от назначения мотора.

Мотор, предназначенный для гражданской авиации, должен быть надежен в работе, прост в обслуживании, экономичен по расходу горючего, должен работать на наиболее дешевых сортах топлива, допускать длительную работу у земли (ввиду небольших высот полета), не иметь большого числа оборотов и хорошо запускаться.

Мотор, предназначенный для военной авиации, в зависимости от назначения должен обладать рядом особенностей.

Мотор для истребительной авиации прежде всего должен быть достаточно мощным, легким и высотным, т. е. сохранять свою номинальную наземную мощность до большой высоты. Вопрос экономичности в нем отходит уже на второй план, ибо самолет этого типа работает в полете непродолжительное время и несет небольшой запас горючего. Требование минимального веса особенно важно для истребителя, ибо условия маневренности этого вида самолета требуют легкого и мощного мотора. Мотор разведывательной авиации должен обладать такими же качествами, как истребительный, но в отношении общего веса он допускает больший вес, чем истребитель, так как обычно полетный вес разведчика значительно выше истребителя и вес мотора для разведчика не играет такой решающей роли. Но разведывательный самолет применяется для дальних полетов, следовательно на расход горючего мотора разведывательной авиации должно быть обращено достаточное внимание и необходимо добиваться наиболее экономичного его расходования.

Мотор для бомбардировочной авиации требует в первую очередь большой мощности в одном агрегате. Современные бомбардировщики обладают весьма высокой грузоподъемностью и большим полетным весом и поэтому требуют больших мощностей винтомоторной группы. Постановка большого количества моторов (например 12 штук на *DoX*) сильно осложняет установку, прибавляя к тому же лишний мертвый вес на моторные установки, трубопроводы и радиаторы, что ухудшает летные качества многомоторного самолета по сравнению с самолетом, имеющим более сосредоточенную винтомоторную группу. Вопрос экономичности для этих моторов имеет весьма большое значение, ибо бомбардировщики обычно имеют большой радиус действия, а значит требуют большого запаса горючего, каковое может быть сильно уменьшено при достаточно экономичном моторе. Бомбардировочные самолеты обладают меньшими скоростями, и для них вопрос подбора винта с хорошим коэффициентом полезного действия играет большую роль, — поэтому моторы этих самолетов требуют для себя, как обязательное правило, применения редуктора для понижения числа оборотов.

Как общее требование — все военные моторы должны хорошо запускаться в любых условиях температуры и иметь приводы для синхронизаторов к пулеметам. Приводы к динамомашине для освещения и радио являются обязательным условием как для гражданских, так и военных машин.

Особые условия расположения моторов в крыле (самолеты типа Юнкерс) требуют установки длинных приводных валов к винтам для того, чтобы избежать слишком большого выноса моторной установки, а условия высотности полета требуют применения винта переменного шага, дабы иметь

наивысший коэффициент использования винтомоторной группы при полете в воздухе, меняющем свою плотность с высотой.

Требования наилучшего обзора при постановке моторов на военных самолетах и понижение центра тяжести при постановке моторов на гидро-самолетах вызывают появление конструкций с расположением цилиндров вниз головками от оси коленчатого вала.

Применяемое иногда расположение моторов-тандем ставит особые требования к охлаждению заднего мотора, в особенности в случае моторов воздушного охлаждения. Такое расположение моторов сильно понижает коэффициент полезного действия винта заднего мотора и применяется редко. Специфические военные требования максимальной жизнеспособности мотора в случае поражения его снарядом или пулей настойчиво выдвигаются тактической мыслью, но технического разрешения пока еще не получили. Как разведывательная, так и бомбардировочная авиация, исходя из условий своей работы, требует от предназначенных для нее моторов надежности и длительности работы, что вызывает требование проверять работу нового мотора длительной стачасовой работой на станке.

Последний тип мотора в 1500—2000 л. с., указанный в нашей таблице, предназначается либо для специальных целей как гоночный рекордный мотор, либо используется в эксплуатации на больших самолетах. В первом случае требуется обычно лишь высокая мощность, минимальный вес и не требуется большой надежности. Обычно срок службы гоночных моторов исчисляется единицами часов (4—10 час. работы), и изготавливаются они в единичных экземплярах. Эти моторы могут рассматриваться лишь как вежи, указывающие пути возможных достижений авиационного моторостроения. При использовании таких мощных моторов в нормальной эксплуатации к ним очевидно предъявляются те же требования, как и к машинам меньшей мощности.

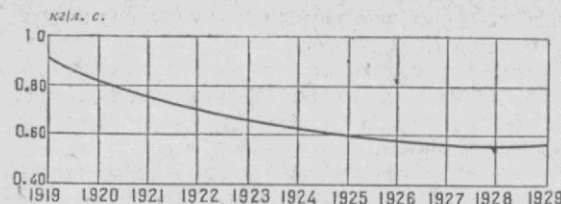
Таким образом видно, что наиболее трудной задачей для конструкторов и производителей авиационных моторов надо считать разрешение задачи создания мощных моторов, отвечающих требованиям, предъявляемым к моторам военной и гражданской авиации последних трех групп.

Схематически в числовом выражении эти требования на сегодняшний день для современного мотора можно изобразить так, что для истребителей нужен мотор мощностью в 600 л. с. на земле, с сохранением этой мощности до 5000 м, при весе в 400 кг, так как при этих условиях может быть построен хороший, достаточно маневренный истребитель. Современная техника дала на это ответ, и мотор Кертисс „Супер-Конкверёр“ имеет данные, почти полностью отвечающие поставленным требованиям.

Для разведчиков и бомбардировщиков нужен мотор уже с мощностью в 800—1200 л. с., при весе в 600—800 кг, с редуктором и высотностью до 3000—4000 м. Такой мотор еще не создан, но последние моторы, изготавливаемые фирмами Ролльс-Ройс (*H. R.*) или „Ассо“, а также Испано-Сюиза, близко подходят под приведенные требования.

Посмотрим далее, какими же путями решает поставленные ей задачи современная техника авиационного моторостроения.

Здесь надо сказать, что в разрешении общей задачи участвуют не только конструктора моторов, но равным образом и производители, в особенности металлурги, а также и химики-топливники.



Фиг. I. Изменение удельного веса авиамоторов по годам.

Наиболее интересная группа — это мощные моторы в 450—900 л. с., так как в этой группе моторов, имеющих практическое значение для боевой и коммерческой авиации, современная техника дала лучшие образцы своих достижений. Повышение мощности моторов идет неуклонно вперед наряду с дальнейшим снижением удельного веса моторов и повышением надежности работы. Наряду с общим увеличением объема цилиндров мотора (до 2,13—3,82 л в цилиндре) и мощности, снимаемой с одного цилиндра (до 50—58,8 л. с.), неуклонно растет и литровая мощность.

Проф. Рикардо¹ на основании рассмотрения развития конструкций четырех английских фирм делает вывод, что за последние 10 лет литровая мощность авиационных моторов выросла в среднем на 40%, а надежность и выносливость в работе — до 200%, при значительно меньшем снижении удельного веса мотора. Эти свои выводы проф. Рикардо иллюстрирует графиками, приводимыми на фиг. I, где указано изменение удельного веса, и на фиг. II, где дано изменение литровой мощности по годам.

Рассмотрение этих графиков подтверждает вывод о том, что литровая мощность растет быстрее, чем снижается удельный вес моторов, а также и то обстоятельство, что удельный вес моторов начинает идти ассимптотически с осью абсцисс.

Если сравнивать с этими средними величинами данные лучших американских моторов (например Кертисса-Конкверёр), то они дают более высокие показатели как в отношении роста литровой мощности (23,6 л/л. с.), так и удельного веса (0,56 кг/л. с.) для 1926 г. и дальнейших лет, — следовательно не исключаются дальнейшие достижения в этом направлении как для английских, так и для других моторов.

Приведенные графики и простое сравнение удельных весов моторов не дают еще возможности сделать вывод о развитии моторов или провести сравнение моторов между собой.

Для полноты картины необходимо иметь данные о росте высотности моторов (сохранение постоянной номинальной мощности до определенной высоты), потому что для военных типов самолетов (истребителей) даже легкий и мощный, но не высотный мотор, не может считаться современным мотором (высотность требуется в настоящее время до 5000 м). Точно так же необходимо иметь сведения о надежности и выносливости мотора, каковые данные измеряются сроком службы мотора до переборки, что определяется данными эксплуатационной практики и продолжительной (обычно сточасовой) работой мотора на станке.

¹ 18-я лекция, прочитанная Английскому королевскому воздухоплавательному обществу в 1930 г.

Требования умеренного числа оборотов (порядка 1100—1300) на винте вызывают необходимость применения редуктора, что наравне с необходимостью предусмотреть различные приводы от мотора вызывает увеличение веса мотора.

Требования высотности, надежности работы и различные дополнительные устройства и конструкции авиационного мотора сказываются на медленном снижении удельного веса мотора, что отражено на фиг. I. Достижения авиамоторостроения по снижению расхода горючего также невысоки, и проф. Рикардо приводит такие данные конкурсных испытаний Английского воздушного министерства:

Изменения расхода горючего (для английских моторов) на 1 л. с. в час по годам

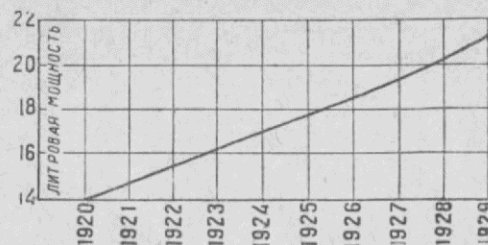
Год испытания	Расход горючего, г/л. с. ч.	
	Средний	Лучший
1914	350	290
1922	250	220
1930	230	200

Как видно из этой таблицы, снижение среднего расхода горючего за последние 8 лет получается около 8%, при этом расход горючего для большинства приведенных в труде моторов европейских и американских фирм приближается к 240 г/л. с. ч., т. е. дает несколько более высокую цифру, чем приводит проф. Рикардо.

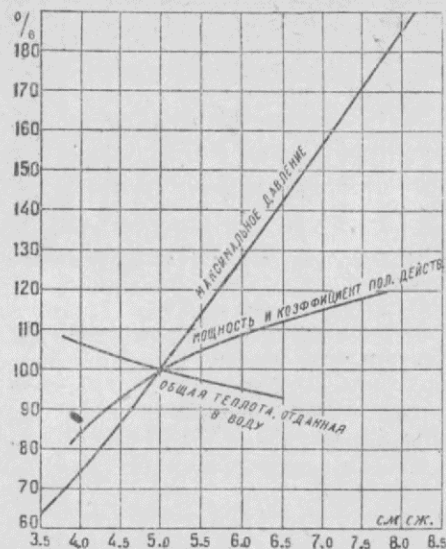
Увеличение литровой мощности шло за счет увеличения среднего эффективного давления, которое по проф. Рикардо увеличилось в среднем на 20% за последние 10—12 лет.

Рассматриваемые нами конструкции дают среднее эффективное давление для современных моторов в пределах от 8,5 до 10,0, чаще всего — около 9,0 ат. Повышение среднего эффективного давления шло за счет улучшения наполнения, что связано с улучшением процесса всасывания, а следовательно конструкции и расположения клапанов, а равно за счет улучшения формы камеры сгорания, но также зависело и от увеличения степени сжатия, что вызывало необходимость применения новых сортов топлив. Влияние степени сжатия проф. Рикардо иллюстрирует приводимым ниже графиком фиг. III, на котором приведены влияния изменения степени сжатия на повышение мощности мотора и увеличение максимального давления.

Помимо влияния на увеличение литровой мощности, стремление к повышению степени сжатия моторов наблюдается еще и в связи с стремлением к понижению расхода горючего и повышению высотности для мо-



Фиг. II. Изменение литровой мощности авиамоторов по годам.



Фиг. III. Влияние степени сжатия на мощность двигателя.

торов, не имеющих специальных нагнетателей и работающих на земле на открытом дросселе, т. е. недогруженных в своей мощности. Современные моторы имеют степени сжатия от 5,25 до 7,8, причем более низкие степени сжатия имеют моторы, предназначенные для гражданской авиации, применяющей более дешевые сорта топлива и работающей на небольших высотах. Ограничение в повышении степени сжатия дает топливо, вызывающее явление детонации. Применяемые в настоящее время наиболее распространенные сорта авиационных бензинов содержат углеводороды трех родов: ароматики, нафты и парафины в различных пропорциях в зависимости от природы бензина. Ароматики (бензол, толуол) наименее склонны к детонации, а парафины являются наиболее склонными к ней. Обычные авиационные сорта бензина имеют от 3,5 до 12,0% ароматиков, а наилучшие около 20—22%. Моторы, имеющие степень сжатия 5—5,4, могут безнаказанно работать на обычных бензинах и не опасаться явления детонации, но как только начинают применять более высокие степени сжатия, то приходится уже прибегать к искусственным смесям для повышения антидетонационных свойств топлив. Обычно применяют примесь бензола или толуола в различных пропорциях в зависимости от степени сжатия и конструкции мотора (например смеси: 50% бензола и 50% бензина для BMW VI с $\epsilon=6,0$ и 20% бензина + 80% бензола для BMW VI с $\epsilon=7,3$). Прибавление ароматиков значительно ухудшает пусковые свойства авиамоторных топлив, с одной стороны, а с другой, — не всегда достигает цели для работы на более высоких степенях сжатия (например 7,8 на одном из типов Кертинс „Конкверёр“). В этих случаях прибегают к другим примесям, из коих наиболее распространенным антидетонатором является тетраэтиловый свинец; другие, как например карбонил-железо, почти не находят себе применения. Тетраэтиловый свинец обычно прибавляется в небольших дозах (1,5—2,0 см³ на 1 л) в зависимости от качества бензина и мотора, для которого он предназначен. В САСШ обычно сами фирмы, торгующие бензином, заранее на особых моторных установках исследуют детонационные свойства различных сортов горючего и определяют количество тетраэтилсвинца, которое необходимо прибавить для данного бензина. В продажу бензин там посту-

пает уже готовый с примесью тетраэтилсвинца и различается марками, по которым моторостроительные фирмы рекомендуют топливо для своих моторов.

Применение тетраэтилсвинца вызывает свинцование клапанов, свечей, что нарушает правильность работы мотора. Свинцование получается в результате выделения из смеси окиси свинца благодаря явлению детонации при сгорании. Чтобы избавиться от этого, следует добавлять особые вещества (например этилен-дибромид) для уничтожения свинцовой окиси. С другой стороны, применение тетраэтилсвинца вызывает коррозию клапанов, и американские фирмы вынуждены были создать специальные сорта жароупорных сталей для клапанов, которые могут сопротивляться явлению коррозии.

Таким образом повышение степени сжатия, понижая расход топлива, вызывает необходимость применения специальных топлив, с одной стороны, а с другой стороны, вызывает опасные чрезмерные повышения температуры в головках и клапанах моторов, а равно и значительные максимальные давления, которые растут гораздо быстрее, чем повышаются мощность и коэффициент полезного действия мотора, что видно из графика фиг. III.

Для борьбы с значительными напряжениями в головке мотора и клапанах, вызываемыми высокой температурой, развивающейся в головке, клапанах и поршне, приходится применять особо стойкие (жароупорные) стали для клапанов с значительными примесями кобальта, хрома, никеля и других элементов, устраивать искусственное охлаждение клапанов маслом или солями, а для головок моторов стали применять алюминиевый сплав Y типа дуралюмина с коэффициентом крепости около 38—40 кг/мм², который термически обрабатывают при производстве. Искусственное охлаждение клапанов за последнее время избегают устраивать, ибо охлаждение солями или легкоплавкими металлами, помещенными в стержень клапана, себя не оправдало, а масляное охлаждение слишком осложняет конструкцию. Искусственное охлаждение поршней на практике еще нигде не осуществлено, хотя и предлагалось в проектах.

Высокие давления, развиваемые в цилиндре, а равно применение большого числа оборотов и связанное с ними влияние инерционных усилий на движущиеся части моторов заставляют конструкторов искать выход и применении шариковых или роликовых подшипников на шатунных шейках или же совместно с металлургами добиться хороших результатов от применения скользящих стальных вкладышей, залитых свинцовистой бронзой, взамен обычно применявшихся бронзовых, залитых бабитом.

Это последнее мероприятие (стальные вкладыши, залитые бронзой) дало блестящее разрешение задачи создания надежной работы скользящего подшипника: помимо увеличения прочности, применение этой конструкции обеспечивает большую надежность и продолжительность работы мотора. До сих пор главнейшим препятствием для создания быстроходного мотора служило главным образом так называемое $K \cdot V$, т. е. произведение из удельного давления на окружную скорость на шатунной шейке вала.

Обычные бронзовые вкладыши, залитые бабитом, не допускали значительного увеличения этого произведения $K \cdot V$, что вызывало необходимость ставить предел числа оборотов мотора или же увеличивать опорную

площадь подшипника, что увеличивало длину шейки, а значит увеличивало и габарит мотора. Другим выходом было применение роликовых подшипников, допускавших большие давления, но зато обладавших и более значительным весом. Результаты же, достигнутые американскими фирмами, нашедшими способ применения легких, надежно работающих и допускающих большие нагрузки скользящих подшипников, открывают большие перспективы для постройки малолитражных, но быстроходных двигателей.

Применение многооборотности в конструкции мотора (2 400 об/мин Кертисс „Конкверёр“) также влияет на снижение удельного веса мотора, ибо повышает литровую мощность мотора, так как чаще происходит наполнение мотора смесью, а с другой стороны, снижает общий вес деталей мотора, уменьшая крутящий момент.

Общее снижение веса конструкции мотора достигается также применением лучших, более легких и прочных материалов, а равно и улучшением метода обработки, так например простое медноалюминиевое литье в ответственных деталях (головки и блоки цилиндров) заменяются теперь сплавом Y, обладающим при том же удельном весе, что и медноалюминиевый сплав, прочностью, примерно в 3—3,5 раза большей; детали эти термически обрабатываются.

Части, не несущие больших нагрузок (крышки, заглушки), а равно достаточно мощные по величине (картер моторов водяного охлаждения) делаются из магниевых сплавов (электрон), обладающего меньшим удельным весом (1,8), чем алюминиевый сплав, и большей прочностью: 17—18 кг/см² (электрон) против 12—13 кг/см² (алюминиевый сплав).

Стальные детали, не имеющие больших нагрузок и работающие на трение, подвергаются особым приемам обработки для повышения твердости с целью получения большой долговечности в работе (цилиндры, например, подвергаются азотизации), а с другой стороны, они более тщательно обрабатываются, с удалением лишнего материала без ущерба для прочности детали, или же более тщательно обрабатывают поверхность, шлифуют и полируют для удаления мелких рисок, оставшихся после резца. Этот прием обработки дает повышение прочности детали по сравнению с обычной обработкой, и его применяют некоторые фирмы, шлифуя цилиндры как с наружной, так и с внутренней стороны.

Все перечисленные выше приемы позволяют увеличить мощность, понизить удельный вес мотора и дать более надежную и длительную его работу на земле.

Важнейшее требование к современному мотору — сохранение наземной мощности до значительной высоты — достигается в настоящее время следующими приемами.

Устройством цилиндров большего объема, чем это требуется для данной мощности, при работе мотора на земле на неполно открытом дросселе, с работой на полно открытом дросселе лишь на высоте. Расчет прочности деталей ведется при этом лишь на наземную мощность.

Второй способ — это сохранение постоянной мощности путем наддува мотора особым прибором (нагнетателем), компенсирующим разреженность воздуха при подъеме на высоту. Нагнетатели при этом устраиваются:

1) приводные (центробежные и объемные типа Рут) с механическим приводом от коленчатого вала через систему зубчатых колес; 2) турбоком-

прессорные, у которых привод нагнетателя осуществляется непосредственно газовой турбиной, работающей от выхлопных газов.

Наиболее распространенный в настоящее время тип нагнетателя — центробежный с механическим приводом. Турбокомпрессоры не применяются из-за чрезвычайных конструктивных затруднений, которые приходится изрешать при конструировании турбины, работающей выхлопными газами, обладающими высокой температурой.

Объемные же вентиляторы (типа Рут) также пока мало разработаны в связи с рядом конструктивных затруднений, встречающихся на пути создания вентилятора, дающего достаточный объем и напор воздуха при сравнительно небольших оборотах, с малыми зазорами между стенками и вращающимися деталями.

Центробежный приводной нагнетатель с большим числом оборотов (около 20 000 — 25 000 об/мин.) дает достаточно надежную работу лишь при условии хорошего разрешения вопроса о передаче к нагнетателю от коленчатого вала, имеющего обычно число оборотов примерно в 10—12 раз ниже нагнетателя.

Помимо сохранения мощности до определенной высоты, центробежный нагнетатель дает лучшее смешение смеси, и его часто применяют с меньшим числом оборотов (около 6 000—8 000 об/мин.). При этом высотность мотора получается порядка 1 500—2 000 м, но сгорание смеси улучшается.

Для высотных моторов часто вводится требование дать на несколько минут работы на земле большую мощность (максимальную), чем та, на которую он рассчитан нормально (например при взлете). При нагнетателе того сделать невозможно, ибо получится перегрузка и перегрев мотора; поэтому возникает требование дать мотор с выключающимся нагнетателем или с нагнетателем, имеющим несколько ступеней вращения. Полностью эта задача еще не разрешена конструкторами.

Грудные температурные условия работы клапанной системы в моторах с большими степенями сжатия и нагнетателями выдвигают проблему замены клапанов другой системой распределения, например скользящими шпильками или же кранами.

Какой системы пока еще не осуществлено, и это задача будущего, так как в клапанной системе, помимо металлургических затруднений изготовления клапанов, хорошо сопротивляющихся высоким температурам, нагретый клапан служит отчасти посредником для появления детонации.

В нашем обзоре мы до сих пор не коснулись вопроса развития двух основных направлений в конструкции авиамоторов: это моторы воздушного и водяного охлаждения.

Как уже упоминалось выше, обе эти системы охлаждения до сих пор продолжают развиваться, и если на мощностях ниже 400 л. с. мы видим почти исключительное господство моторов воздушного охлаждения, то на более высоких мощностях моторы строятся как водяного, так и воздушного охлаждения, а наиболее высокие мощности — выше 700 л. с. — строятся исключительно водяного охлаждения.

Преимущества моторов с воздушным охлаждением заключаются в следующем:

1. Они менее уязвимы.

2. Длительная, Шереметев, Шпанов.

2. Обладают меньшим удельным весом как в отношении чистого веса, так и за счет увеличения веса для всего винтомоторного агрегата, требующего моторов водяного охлаждения, установки радиаторов и воды.

3. Не имеют водяных трубопроводов и поэтому совершенно свободны от неисправностей в них.

4. Удобнее для обслуживания на самолете в смысле доступа и отсутствия заправки водой.

5. Не могут быть повреждены морозом.

Отрицательные стороны моторов с воздушным охлаждением следующие:

1. Большой лоб мотора, так как пока наиболее распространенным является мотор с звездообразным расположением цилиндров; моторы с расположением цилиндров в ряд пока строятся небольшой мощности.

2. Появление значительных тепловых напряжений в головке мотора (около клапанов), что не позволяет увеличить мощность, снимаемую с одного цилиндра.

3. Неравномерное распределение тепла по всему мотору и появление местных напряжений, что вынуждает работать на более низкой мощности в моторах воздушного охлаждения и расходовать больше смазки для увеличения отдачи тепла в стенки.

4. Необходимость специальных устройств для подогрева мотора при запуске в зимних условиях.

Назначение мотора и условия эксплуатации заставляют выбирать тот или иной тип охлаждения мотора. Ввиду того, что самолеты, на которые обычно ставятся моторы мощностью до 300 л. с., обладают невысокими скоростями, и ввиду того, что моторы воздушного охлаждения мощностью до 300 л. с. показали себя с хорошей стороны в эксплуатации, оказываясь проще и удобнее в обслуживании, чем моторы водяного охлаждения, то они и привились в той части авиации, которая связана с массовым применением — для школ, спорта и пассажирских сообщений. Однако боевая авиация применяет как моторы воздушного, так и водяного охлаждения из следующих соображений. Несмотря на свой меньший вес, мотор воздушного охлаждения благодаря своему большому лбу не дает выигрыш на самолетах, обладающих большими скоростями. Этот же его лоб ввиду звездообразного расположения цилиндров ухудшает обзор на одномоторном самолете и затрудняет установку вооружения. Кроме того в зимних условиях теоретические выгоды мотора воздушного охлаждения (отсутствие воды, способной замерзнуть) не всегда имеют место, ибо сильно охлажденный мотор не запускается без искусственного подогрева специально устроенными подогревателями. Эти условия запуска почти сравнивают качества моторов водяного и воздушного охлаждения в зимних условиях, ибо обычно практикующийся запуск моторов водяного охлаждения путем подогрева горячей водой, наливаемой в систему охлаждения мотора, оказывается немного более сложным, чем подогрев для запуска мотора воздушного охлаждения.

Далее при тандемном расположении моторов на самолетах условия охлаждения заднего мотора оказываются весьма тяжелыми, и не всегда конструктору удается справиться с задачей обеспечения достаточного охлаждения заднего мотора, — он перегревается, и иногда приходится переходить на установку тандем моторов с водяным охлаждением.

Одна особенность моторов воздушного охлаждения — отсутствие пока возможности создать мощный мотор — препятствует применению их в тех случаях, когда требуется иметь большую мощность в одном агрегате, вот почему более мощные моторы имеют водяное охлаждение.

В области же моторов с водяным (вернее жидкостным) охлаждением за последние два года американцами получены большие достижения. Опыты применения охлаждения моторов высококипящими жидкостями, в частности этилен-гликолем, показали возможность значительного снижения веса жидкости, требующейся для охлаждения, а равно уменьшения веса и размера радиатора и всех трубопроводов.

Применение этилен-гликоля требует лишь незначительных конструктивных изменений в арматуре мотора. Дальнейшей перспективой в работах с применением высококипящих жидкостей ставится вопрос получения мотора, охлаждаемого такой жидкостью и не требующего установки радиатора на самолете.

Заканчивая наш обзор, следует лишь остановиться на последних опытах, проводящихся почти во всех странах, — перевода обычных бензиновых моторов на тяжелое топливо, вводимое в цилиндр путем впрыскивания. Эта область работ пока еще очень мало известна, и трудно сказать, какие она может дать результаты. Однако наряду с работами фирмы Паккард, Юнкерс, сконструировавшими специальные авиационные моторы, работающие на тяжелом топливе по циклу дизеля, опыты по переводу больших бензиновых моторов на тяжелое топливо указывают еще на один путь развития, который может дать успех на пути создания легкого и мощного мотора для авиации.

Таким образом, мы можем констатировать, что хотя развитие авиационных моторов и подошло во многих своих элементах к пределу, за которым дальнейший прогресс возможен только через какой-то революционный скачок, но все же на ближайшие годы следует ожидать появления более легких и мощных авиационных моторов, обладающих большой высотностью и надежностью в работе и сконструированных на хорошо известных и изученных принципах.

Германия

Моторы BMW (Баварские моторостроительные заводы)

Развитие производства моторов BMW

Производство авиационных моторов на заводе Акционерного общества баварских моторостроительных заводов было начато в 1915 г. Первые типы BMW оказались не вполне удачными, и лишь третий тип — шестицилиндровый мотор BMW IIIa 185 л. с. — нашел себе практическое применение. Этот мотор дал возможность германскому воздушному флоту быстро вернуть себе то превосходство, которое было им уступлено воздушному флоту союзников. В последние годы империалистической войны моторы этого типа изготовлялись уже не только на заводах BMW, но и на целом ряде других заводов Германии, причем выпуск их доходил до 200 в месяц.

Учитывая потребность в более мощном двигателе, фирма уже в 1918 г. выпускает более мощный тип — мотор BMW IV 250 л. с., вполне аналогичный по конструкции мотору первого типа и представляющий собой лишь дальнейшее развитие его. Однако развернуть массовое производство этих моторов не удалось из-за окончания войны.

По условиям Версальского договора Германия была лишена права постройки авиационных моторов мощностью свыше 100 л. с. сроком на 5 лет, и поэтому фирма BMW свертывает производство авиамоторов. Лишь в 1923 г., когда запрещение потеряло свою силу, на заводе BMW вновь начинает возрождаться авиамоторное производство, причем первые небольшие партии моторов типа IIIa и IVa с успехом разошлись не только в Германии, но и в целом ряде других стран. Этот успех дал фирме основание рассчитывать на постоянный сбыт своей продукции и, руководствуясь этим, она приступила к полному переоборудованию и расширению завода, который был перенесен на новое, более обширное место, причем производство моторов и в этот период не прекращалось ни на один день.

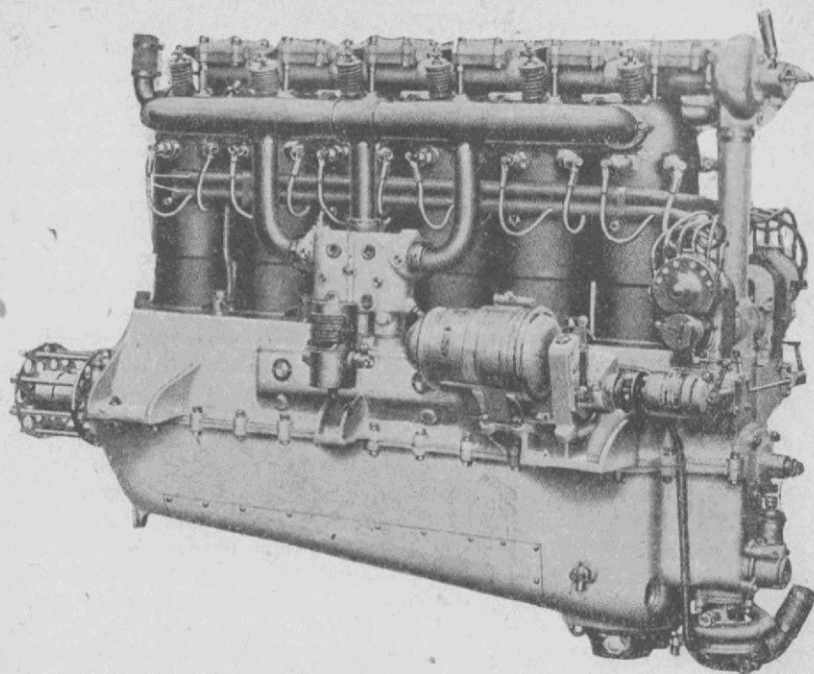
В начале 1925 г. путем удвоения числа цилиндров мотора BMW IV, фирма выпускает новый 12-цилиндровый, с V-образным расположением

цилиндров двигатель BMW VI в 500 л. с., который вскоре же завоевал себе обширный круг применения благодаря наличию целого ряда вариантов, делающих этот мотор пригодным для установки на самолетах самых различных типов. Производство мотора BMW VI целиком загрузило завод, поэтому изготовление прежних моторов BMW типа IIIa и IVa было прекращено в 1926 г.

В 1925 г. фирма делает попытку перейти на изготовление шестицилиндрового однорядного двигателя (долженствующего заменить собой двигатели BMW IIIa и BMW IVa), при этом в основу конструкции было решено положить блочно-алюминиевые головки цилиндров. Первый опытный двигатель под маркой BMW V 320 л. с. был построен в 1925 г., но целый ряд производственных затруднений и неполадок, обнаружившихся во время заводских испытаний, привел к тому, что лишь через три года (в 1928 г.) на Берлинской международной авиавыставке мотор смог быть показан как пригодный для массового производства. Хотя к изготовлению этого мотора в серии фирма до середины 1929 г. так и не приступала, однако при проектировании других более поздних типов она использовала опыт, полученный при постройке этого мотора. Не получив от мотора BMW V сразу желаемых результатов и учитывая большой спрос на моторы большой мощности, фирма вернулась к прежнему типу отдельно расположенных стальных цилиндров с приварными рубашками из листовой стали и, внося в детали своих прежних моторов целый ряд конструктивных изменений, в 1926 г. приступила к изготовлению нового шестицилиндрового однорядного двигателя, который получил маркировку BMW Va 320 л. с.

Во время длительных заводских испытаний этот мотор показал настолько хорошие данные, что, имея в виду необходимость замены двигателя BMW VI более мощным и более современным, фирма в 1927 г. путем удвоения числа цилиндров мотора Va выпускает новый мотор — BMW VIIa мощностью 600 л. с. Следует ожидать, что после соответствующей подготовки завод BMW перейдет на производство моторов BMW VIIa взамен BMW VI. Желая использовать опыт, полученный при постройке опытного мотора блочно-алюминиевого типа, фирма в 1928 г. приступила к постройке нового шестицилиндрового однорядного двигателя. Конструкция этого двигателя имеет смешанный характер. Наряду со стальными цилиндрами, снабженными приварными рубашками, применены изготовленные из алюминиевого сплава головки, отдельные на каждом цилиндре. Этот последний мотор — BMW VIIIU мощностью в 400 л. с. — имеет целый ряд оригинальных особенностей (релуктор, впервые применяемый для шестицилиндрового двигателя, шатунное сочленение на роликовом ходу и т. д.); до проведения длительных заводских и летных испытаний судить о качестве этого мотора еще не представляется возможным.

Наконец учитывая огромное распространение двигателей воздушного охлаждения, фирма решила заняться изготовлением моторов также и этой категории. Не имея однако в области изготовления таких двигателей никакого опыта и не желая тратить время на самостоятельные исследования, фирма пошла по линии наименьшего сопротивления и в 1928 г. купила у американской компании Пратт-Уитней лицензию на изготовление моторов этой компании типа „Хорнэт“. Первый мотор, собранный



Фиг. 1. Вид мотора BMW IIIa со стороны карбюратора.

на заводе BMW из американских частей, осенью 1928 г. успешно прошел свое 50-часовое испытание.

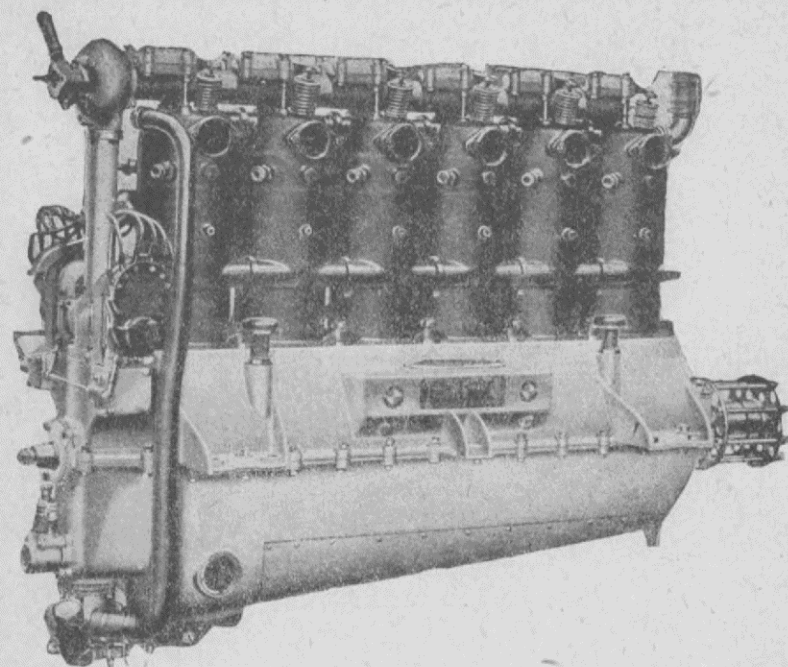
Еще не развернув полностью производства моторов „Хорнэт“, фирма в середине 1929 г. заканчивает постройку мотора BMW X в 50 л. с. Этот мотор воздушного охлаждения с пятью цилиндрами, целиком взятый по конструкции от мотора „Хорнэт“, имеет целый ряд интересных конструктивных новшеств, которые дают основание предполагать, что в легкомоторной авиации BMW X найдет себе большое применение.

Мотор BMW IIIa

Сведения о моторе и его конструкции

Мотор BMW IIIa был сконструирован во время войны 1914—1918 гг. Степень сжатия и размеры цилиндров были подобраны таким образом, что на полном открытии дросселя мотор на земле мог бы развивать мощность в 260 л. с., однако без ущерба для прочности и надежности двигателя работать на полном газе на земле мотор не должен, и подобная нагрузка разрешается лишь в исключительных случаях на незначительный промежуток времени, не превышающий нескольких минут.

Путем дросселирования мощность мотора у земли преднамеренно снижается до 185 л. с., и эта мощность является номинальной наземной

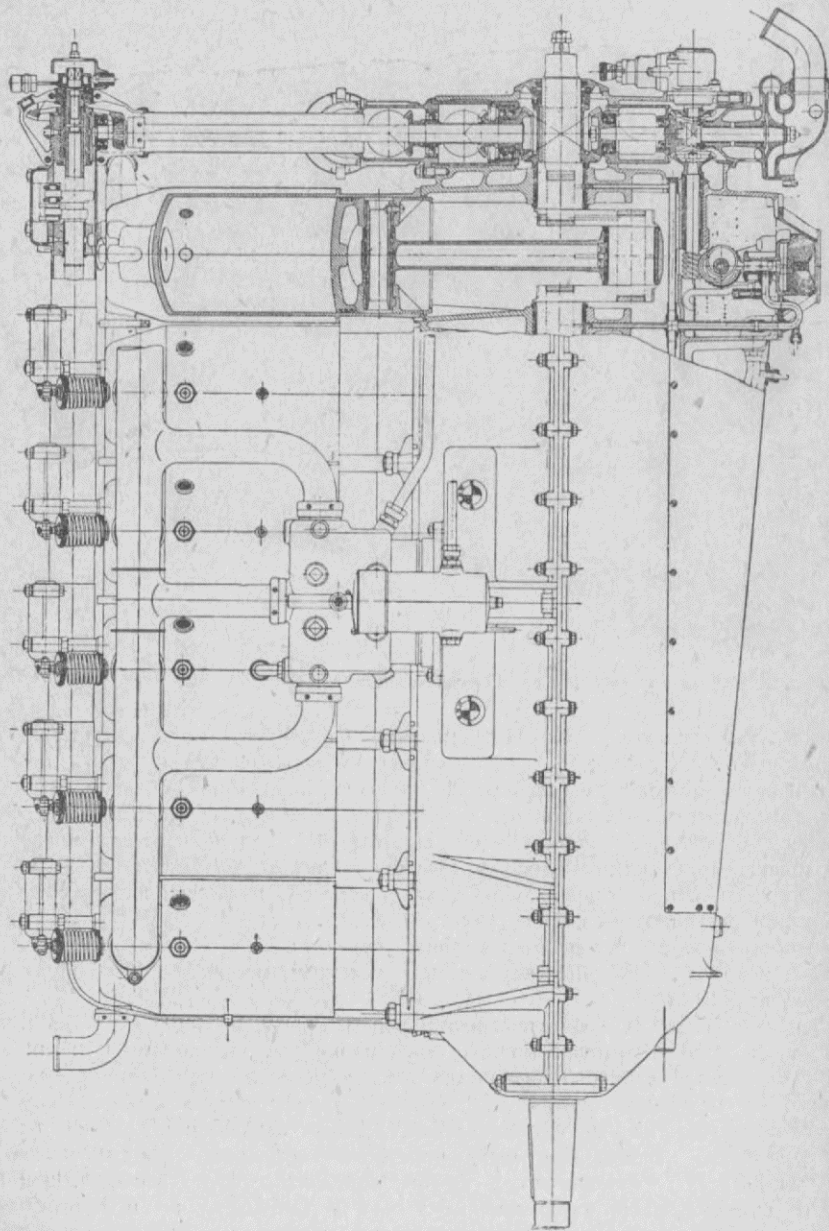


Фиг. 2. Вид мотора BMW IIIa со стороны выхлопа.

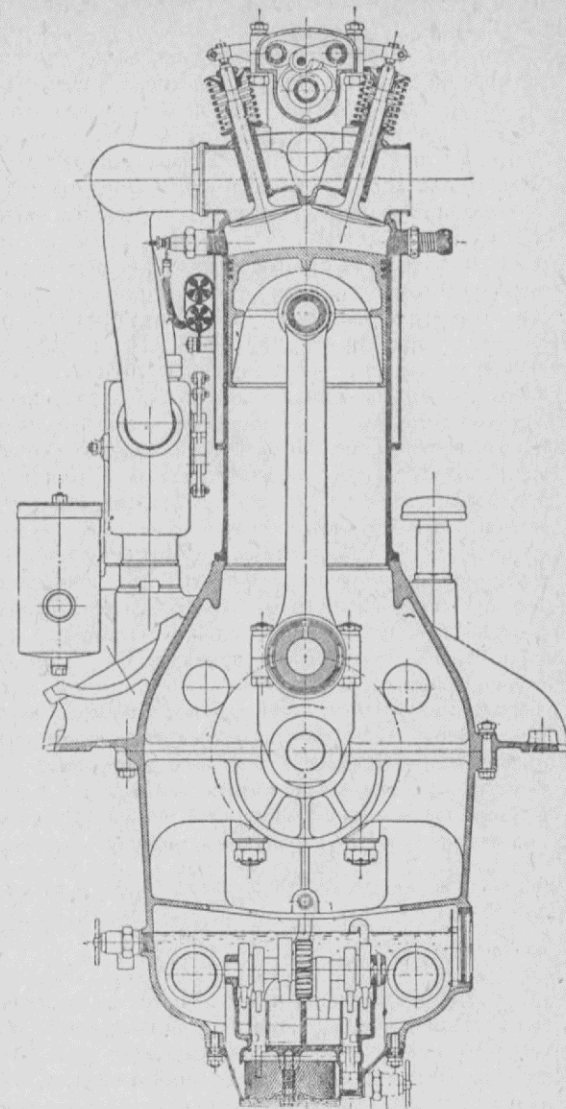
мощностью двигателя. По мере подъема на высоту, когда вследствие уменьшения плотности воздуха мощность мотора начинает падать, постепенно открывают дроссельные заслонки, повышая таким образом мощность двигателя. Происходящее увеличение мощности компенсирует падение мощности, обусловливаемое высотой, и благодаря этому мотор сохраняет свою номинальную наземную мощность до высоты 3 000 м. Наличие высотного приспособления у карбюратора позволяет надлежащим образом регулировать состав смеси.

Подобные моторы получили название „высотных“. В последних сериях моторов BMW IIIa номинальная наземная мощность была повышена до 220 л. с.

В начале 1916 г. были построены первые серии мотора BMW IIIa, а уже в 1918 г. выпуск моторов этой марки доходил до 160 в месяц. По окончании войны производство авиационных моторов было прекращено на основании ограничений, наложенных на Германию Версальским договором. В 1923 г. на заводе BMW, вновь начавшем переходить на производство авиамоторов, были построены небольшие серии моторов BMW IIIa. В следующие годы моторы BMW IIIa (фиг. 1 и 2) нашли себе широкое распространение не только в Германии, но и в целом ряде других стран. Однако повышение требований, предъявляемых к авиамотору, привело к тому, что моторы этой марки не могли считаться вполне современными, и это дало фирме BMW повод для свер-



Фиг. 3. Продольный разрез мотора BMW IIIa.



Фиг. 4. Поперечный разрез BMW IIIa.

тывания производства моторов BMW IIIa, выпуск которых с завода фирмы был окончательно прекращен в 1926 г.

Цилиндры мотора BMW IIIa отдельно стоящие — целиком стальные с приварными рубашками из листовой стали. Крепление цилиндра к картеру осуществляется посредством двух накладок, захватывающих одновременно фланцы двух соседних цилиндров (фиг. 3 и 4).

Поршни из алюминиевого сплава, ребристые, имеют по три уплотнительных кольца, расположенных в верхней половине поршня. Пальцы плотно посажены в баббышках поршня и удерживаются от вращения стопорным болтом в одной из баббышек.

Шатуны имеют стержень круглого сечения, полый внутри. В нижней головке шатуна помещаются бронзовые залитые бабитом вкладыши; крышка нижней головки шатуна крепится на двух болтах. Верхняя головка шатуна снабжена чугунной втулкой с мелкими отверстиями для удержания смазки, которая подается по трубке, проходящей внутри полого стержня шатуна, от кривошипной шейки коленчатого вала.

Коленчатый вал установлен на семи скользящих подшипниках с вкладышами из бронзы с бабитовой заливкой. В передней части вала, у носка, несущего втулку винта, установлен аксиальный однорядный шариковый подшипник, воспринимающий тягу винта. Второй такой же

подшипник установлен на заднем конце коленчатого вала. Шатунные и коренные шейки вала одинакового размера по диаметру (58 мм) и высверлены изнутри для подачи масла к подшипникам; отверстия сверлений закрываются заглушками, завальцованными в своих гнездах. Картер из алюминиевого сплава состоит из двух половин, соединяемых в плоскости оси вала. Поперечные перегородки верхней половины картера полые внутри и используются для подвода воздуха к карбюратору. Поток засасываемого воздуха проходит между дном нижней половины картера и жестяным кожухом, прикрывающим дно, затем проходит по полым перегородкам и поступает в карбюратор. На этом пути воздух подогревается, в то же время охлаждая масляную камеру картера и подшипники коленчатого вала. На стороне всасывания, на верхней половине картера имеется коробчатый прилив, к которому крепится карбюратор. Другой прилив служит для крепления радиогенератора. Болты, крепящие цилиндры, закреплены в нижней половине картера, проходят сквозь верхнюю половину и служат не только для крепления цилиндров, но и для стягивания обойм коренных подшипников.

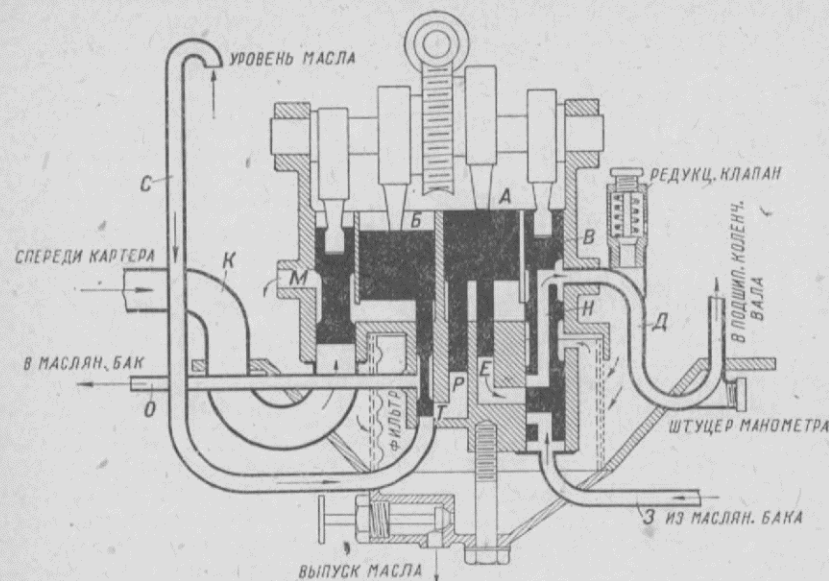
Распределение. Распределительный вал с кулачками и коромыслами находится в трубчатом стальном картере, расположенном над головками цилиндров. Оси клапанных коромысел помещаются в крышках картера распределительного вала. Одно из плеч коромысел оканчивается роликом, опирающимся на кулачок, а другое плечо оканчивается зажатом в прорезе винтом, нажимающим на шток клапана.

Распределительный вал приводится в движение от конической шестерни, закрепленной на заднем конце коленчатого вала, через установленный на трех шариковых подшипниках вертикальный передаточный вал, который одновременно через систему конических шестерен приводит в движение два магнето и динамо для радио.

В каждом цилиндре двигателя имеется по одному впускному и одному выпускному клапану диаметром в 68 мм. Клапаны расположены наклонно под углом в 15° к вертикали и имеют следующую регулировку:

открытие впускного клапана	0,6 мм	хода поршня или	6°	после ВМТ
закрытие	10	"	26°	НМТ
открытие выпускного клапана	20	"	37°	до НМТ
закрытие	2,5	"	12°	после ВМТ

На впускном клапане имеется одна цилиндрическая винтовая пружина, на выпускном — две. Порядок работы цилиндров: 1—5—3—6—2—4. Система смазки — циркуляционная под давлением в 1,2—1,5 ат, создаваемым бесклапанным поршневым масляным насосом. Привод масляного насоса осуществляется от промежуточного вертикального вала при помощи горизонтально расположенного валика, пары конических шестерен и червячной передачи. Масляный насос состоит из четырех поршневых насосов (фиг. 5), из которых один служит для подачи свежего масла, другой — для циркуляции смазки в двигателе, третий — для подачи избытка масла обратно в бак и четвертый — для откачивания масла из передней части картера двигателя. Циркуляция масла происходит следующим образом: насос *A* всасывает масло через фильтр из масляной камеры картера и через золотник *B* нагнетает его в подшипники коленчатого вала по трубке *D*, причем часть масла проникает



Фиг. 5. Схема масляного насоса BMW IIIa.

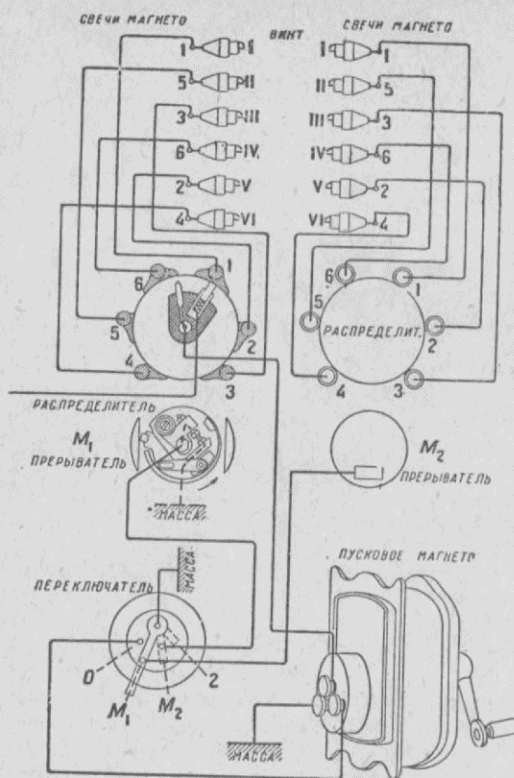
внутри вала и по каналам в щеках поступает к шатунным шейкам вала. С этим насосом объединен насос *E*, подающий свежее масло, пополняющее израсходованное количество смазки. Таким образом при подаче циркуляционного масла оно разбавляется свежим маслом и поступает к подшипникам вала соответствующего качества. Масло, скоплавшееся в передней части картера, отсасывается особым насосом *B* с золотником *M* и перекачивается в масляную камеру, находящуюся на задней стороне картера. Для регулировки уровня масла в масляной камере картера служит четвертый насос *P*, с золотником *T*, который подает избыток масла обратно в бак.

Для смазки распределительного механизма масло берется от переднего коренного подшипника и по трубке, прикрепленной к переднему цилиндру, подается в полый распределительный вал. Излишнее масло стекает в картер либо по трубке, помещенной между первым и вторым цилиндрами, либо по полуму валику вертикальной передачи.

На нагнетающей трубе установлен редукционный клапан, помещенный внутри картера, посредством которого давление масла в трубопроводах поддерживается на постоянном уровне.

Система охлаждения состоит из центробежной водяной помпы, подающей воду к рубашкам цилиндров. Водяные пространства каждого цилиндра соединяются с водяным пространством соседнего цилиндра посредством приварных патрубков, соединяемых резиновыми или дюритовыми шлангами.

Зажигание осуществляется двумя магнето Бош тип ZH6, расположенными сзади мотора на верхней половине картера и приводимыми



Фиг. 6. Схема зажигания мотора BMW IIIa.

Дроссельная заслонка в центральной камере и по одной в боковых связаны в одну систему и употребляются для нормальной регулировки режима работы мотора. Остальные две заслонки боковых камер являются высотными, и маневрирование ими разрешается лишь с высоты 1000 м и больше. Кроме главных жиклеров карбюратор имеет обычный пусковой жиклер, расположенный в компенсационном канале. Корпус карбюратора имеет водяной подогрев. Воздух, поступающий в карбюратор, получает предварительный подогрев при прохождении его сквозь картер и, пройдя карбюратор уже в виде горючей смеси, поступает в цилиндры, соединенные одним общим впускным патрубком.

Декомпрессионное устройство состоит из шайбы, установленной на заднем конце распределительного вала, при повороте которой происходит перемещение кулачкового вала вдоль его оси. При этом перемещении большая коническая шестерня вала остается на месте, а ролики клапанных коромысел переходят с нормальных на декомпрессионные кулачки, имеющиеся на распределительном валу. В каждом цилиндре кроме того имеется декомпрессионный краник,

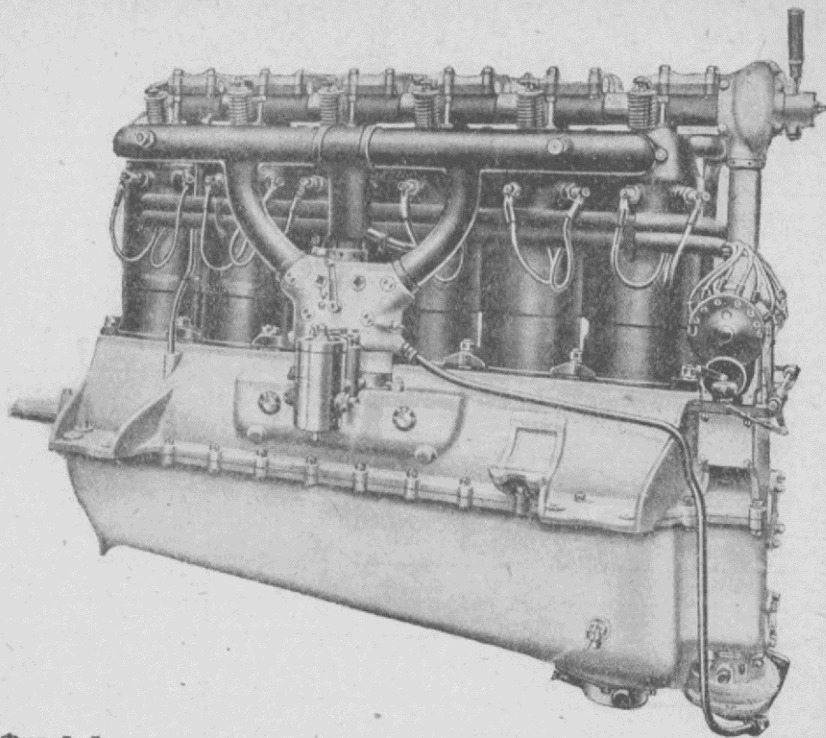
в действие через систему конических шестерен от вертикального валика промежуточной передачи.

Перестановка моментов зажигания производится посредством рычага с валиком, подшипники которого покоятся на кожухе шестерен, ведущих магнето (фиг. 1). В нормальных условиях опережение зажигания допускается до 12° до ВМТ. Схема зажигания изображена на фиг. 6.

Система карбюрации осуществляется одним карбюратором собственной конструкции BMW. В этом карбюраторе имеются три смесевых камеры, в каждой из которых установлено по жиклеру. Горючее к каждому из жиклеров подводится по отдельной трубке из общей поплавковой камеры. В центральной смесевой камере имеется одна дроссельная заслонка, а в каждой из боковых — по две.

ые мотора BMW IIIa

Число и расположение цилиндров	6 в ряд
Охлаждение мотора	водяное
Диаметр цилиндра D	мм 150
Ход поршня S	мм 180
Отношение $\frac{S}{D}$	1,1875
Степень сжатия	6,45
Рабочий объем цилиндра	л 3,183
Рабочий объем мотора	л 19,10
Номинальная мощность (наземная)	л. с. 185
Номинальное число оборотов в минуту	1410
Максимальная мощность	л. с. 260
Максимальное число оборотов в минуту	1580
Сухой вес мотора без втулки винта и пр.	кг 285
Вес на силу $\frac{\text{по } N \text{ макс.}}{\text{по } N \text{ ном.}}$	кг/л. с. $\frac{1,10}{1,14}$
Средняя скорость поршня $\frac{\text{по } n \text{ макс.}}{\text{по } n \text{ ном.}}$	м/сек. $\frac{9,5}{8,47}$
Среднее эффективное давление $\frac{\text{по } N \text{ макс.}}{\text{по } N \text{ ном.}}$	ат $\frac{7,76}{6,18}$
Цилиндровая мощность $\frac{\text{по } N \text{ макс.}}{\text{по } N \text{ ном.}}$	л. с./цил. $\frac{43,3}{30,8}$
Литровая мощность $\frac{\text{по } N \text{ макс.}}{\text{по } N \text{ ном.}}$	л. с./л $\frac{13,6}{9,7}$
Литровый вес	кг/л 14,9
Удельный расход горючего	г/л. с. ч. 215
Удельный расход масла	г/л. с. ч. 10
Сорт горючего $\frac{\text{бензин}}{\text{бензол}}$	% $\frac{60}{40}$ или $\frac{50}{50}$
Вес воды в моторе	кг 12,5
Вес масла в моторе	кг 4
Вес втулки винта	кг 6,5
Длина мотора	мм 1540
Высота мотора	мм 1020
Ширина мотора	мм 500



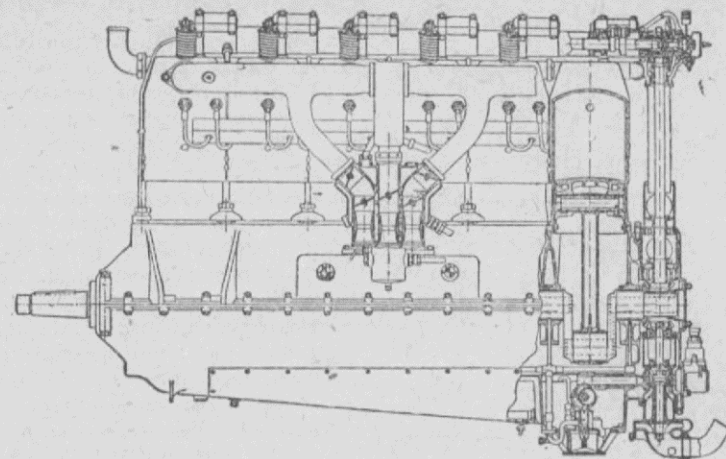
Фиг. 7. Вид мотора BMW IVa со стороны карбюратора.

Мотор BMW IVa

Сведения о моторе и его конструкции

В начале 1918 г. фирма выпустила мотор BMW IV в 220 л. с., однако развернуть массового производства этих моторов не удалось из-за окончания войны и запрещения постройки мощных авиационных двигателей, наложенного на Германию условиями Версальского договора. Лишь в 1923 г. началось изготовление моторов типа IVa небольшими сериями. За короткий промежуток времени моторы этой марки получили громадное распространение не только в Германии, но и в целом ряде других стран, как например, в Голландии, Дании, Швеции, Чехо-Словакии и т. д., причем во многих странах было начато изготовление этого типа мотора на правах лицензии. Уже в настоящее время за моторами BMW IVa числится около 30 мировых рекордов. Однако в настоящее время появление более мощных и более современных моторов заставило фирму все свое внимание отдать на изготовление моторов более высокой мощности, и с 1926 г. на заводах самой фирмы производство моторов BMW IVa прекращено.

Конструкция этого двигателя (фиг. 7) вполне аналогична конструкции двигателя той же фирмы типа BMW IIIa.



Фиг. 8. Продольный разрез мотора BMW IVa.

Цилиндры — отдельно стоящие, целиком стальные, с наварными стальными рубашками. Крепление к картеру осуществляется при помощи накладок, каждая из которых одновременно захватывает фланцы двух соседних цилиндров. Водяные пространства рубашек каждого цилиндра вверху и внизу соединены друг с другом короткими патрубками, снабженными резиновыми обшлагами.

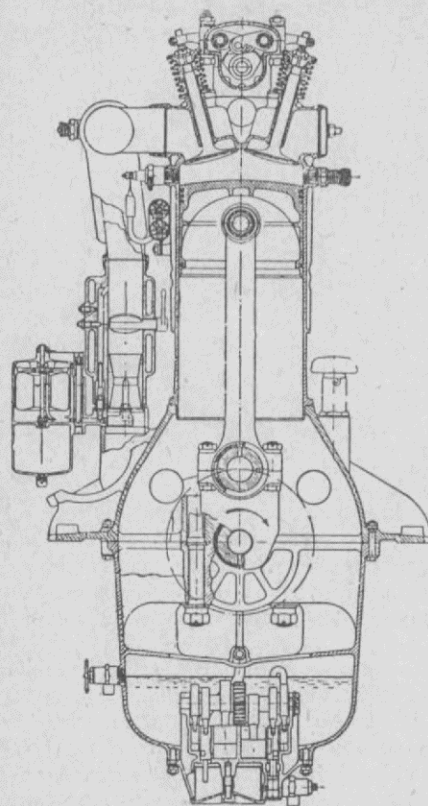
Диаметр цилиндра по сравнению с цилиндром мотора BMW IIIa увеличен со 150 до 160 мм. Некоторые конструктивные изменения, отличающие цилиндры BMW IVa от BMW IIIa, вызваны главным образом стремлением устранить дефекты, наблюдавшиеся в производстве и эксплуатации мотора BMW IIIa. Так одним из таких изменений является иная толщина и форма приварных рубашек и иное расположение сварных швов.

Поршни — из алюминиевого сплава, имеют по три уплотнительных кольца и по одному маслосборному. Конструкция поршня по сравнению с мотором BMW IIIa значительно изменена путем увеличения числа и расположения ребер.

Шатуны — круглого сечения; в верхней головке шатуна запрессована чугунная втулка, в нижней — помещаются бронзовые, залитые бабитом вкладыши, которыми шатун опирается на шатунную шейку вала.

Коленчатый вал покоится на семи скользящих подшипниках, укрепленных в картере. В передней части вала имеется массивный шариковый подшипник, воспринимающий тягу винта. Коренные и шатунные шейки вала сверленные и закрываются заглушками, которые завальцовываются в своих гнездах. На заднем конце вала установлена главная коническая шестерня, ведущая распределение и все вспомогательные механизмы. В последних моделях мотора торец коленчатого вала выполнен в виде храповика для сцепления с самопуском (фиг. 8 и 9).

Картер обычно изготавливается из алюминиевого сплава, но несколько серий мотора были изготовлены и с электронными картерами; в этом



Фиг. 9. Поперечный разрез мотора BMW IVa.

низ состоит из кулачкового вала, помещенного в трубчатом стальном картере, идущем над цилиндрами вдоль всего мотора, и клапанных коромысел, установленных в крышках картера распределительного вала. На одном конце коромысел имеется ролик, на другом — зажатый в прорезе винт. Задний конец кулачкового вала несет на себе декомпрессионное устройство.

Клапаны тарельчатого типа, по одному выпускному и одному впускному на каждом цилиндре. Оси клапанов наклонены друг к другу под углом в 30° . Каждый клапан имеет по две цилиндрических винтовых пружины. Рекомендуются следующая регулировка клапанов:

впускной клапан	открывается	0,6 мм	хода поршня	после ВМТ
"	закрывается	10	"	"
выпускной	открывается	20	"	до НМТ
"	закрывается	2,5	"	после ВМТ

Система смазки та же, что и в моторе BMW IIIa, циркуляционная, причем масло, прогоняемое помпой по всему мотору, собирается в кар-

случае вес мотора уменьшился на 40 кг. В верхней половине картера имеется коробчатый прилив, на котором крепится карбюратор; с той же стороны имеется прилив для установки радиогенератора. Средняя часть дна нижней половины картера углублена, снабжена ребрами и закрывается листовой алюминиевой обшивкой. Воздух, поступающий в карбюратор, проходит между дном картера и обшивкой и затем по полым перегородкам картера, получая таким образом весьма значительный подогрев. Коренные болты подшипников, укрепленные в нижней половине картера, проходят сквозь верхнюю половину и служат как для крепления цилиндров, так и для стягивания обойм коренных подшипников.

Передача к распределению осуществляется промежуточным вертикальным валиком, расположенным сзади мотора, и системой конических шестерен. Этот же валик служит для привода двух магнето и радиогенератора. Как и в моторе BMW IIIa, промежуточный валик покоится на трех шариковых подшипниках.

Распределительный меха-

Основные данные мотора BMW IVa

Число и расположение цилиндров	6, верт. в ряд
Охлаждение мотора	водяное
Диаметр цилиндра D	мм 160
Ход поршня S	мм 190
Отношение S/D	1,1875
Степень сжатия	6
Рабочий объем цилиндра	л 3,82
Рабочий объем мотора	л 22,9
Номинальная мощность	л. с. 250
Номинальное число оборотов в минуту	1460
Максимальная мощность	л. с. 310
Максимальное число оборотов в минуту	1530
Сухой вес мотора	кг 305
Вес на силу	по N макс. кг/л. с. 0,985 по N ном. 1,22
Средняя скорость поршня	по n макс. м/сек 10 по n ном. 9,25
Среднее эффективное давление	по N макс. ат 7,7 по N ном. 6,7
Цилиндровая мощность	по N макс. л. с./цил. 51,6 по N ном. 41,6
Литровая мощность	по N макс. л. с./л 13,5 по N ном. 10,9
Литровый вес	кг/л 13,3
Удельный расход горючего	г/л. с. ч. 220
Удельный расход масла	г/л. с. ч. 8
Сорт горючего	бензол 50 бензин 50
Вес воды в моторе	кг 10
Вес масла в моторе	кг 4
Вес втулки винта	кг 6,5
Длина мотора	мм 1550
Ширина мотора	мм 500
Высота мотора	мм 1020

З Длингал, Шереметев, Шпанов.

тере, откуда один из насосов помпы отсасывает его и после добавления некоторого количества свежего масла вновь гонит в мотор. Масляная помпа поршневого типа установлена в нижней половине картера. Более подробное описание ее приведено на стр. 27. Привод помпы осуществляется через нижний промежуточный вертикальный вал, через две пары конических шестерен и червячную передачу. Масло для смазки кулачкового вала и поршневых пальцев подается по тонким медным трубкам так же, как и в моторе BMW IIIa.

Система охлаждения осуществляется водяной помпой, установленной в задней части нижней половины картера и приводимой в действие от промежуточного вертикального валика.

Система зажигания состоит из двух магнето Бош типа ZH 6. Пусковое магнето устанавливается отдельно у сидения летчика. Магнето устанавливаются на кронштейнах, прилитых к заднему торцу верхней половины картера, и приводятся в действие от верхнего вертикального валика через систему конических шестерен. С приводным валом магнето соединяется посредством эластичного сцепления Бош. Каждое магнето действует только на один ряд свечей. Порядок зажигания таков: 1—5—3—6—2—4.

Карбюратор собственной конструкции BMW высотного типа с тремя диффузорами. Корпус карбюратора имеет водяной подогрев. Общий для всех шести цилиндров всасывающий трубопровод соединяется с диффузорами карбюратора одним вертикальным и двумя наклонными патрубками. На главном патрубке имеется два краника, служащих для заливки мотора перед запуском. Подача горючего происходит под давлением 0,15—0,25 ат, создаваемым имеющимся на моторе воздушным насосом. Отличие от карбюратора мотора BMW IIIa заключается в том, что регулировка состава смеси может производиться с места пилота путем поворота жиклеров, имеющих соответственно измененную конструкцию. Декомпрессионное устройство такого же типа, как и на моторе BMW IIIa, т. е. декомпрессия осуществляется путем смещения кулачкового валика вдоль его оси посредством специальной шайбы и рукоятки. При перемещении валика главная шестерня остается на месте; ролики коромысел переходят со своих кулачков на специальные декомпрессионные кулачки, имеющиеся на кулачковом валу.

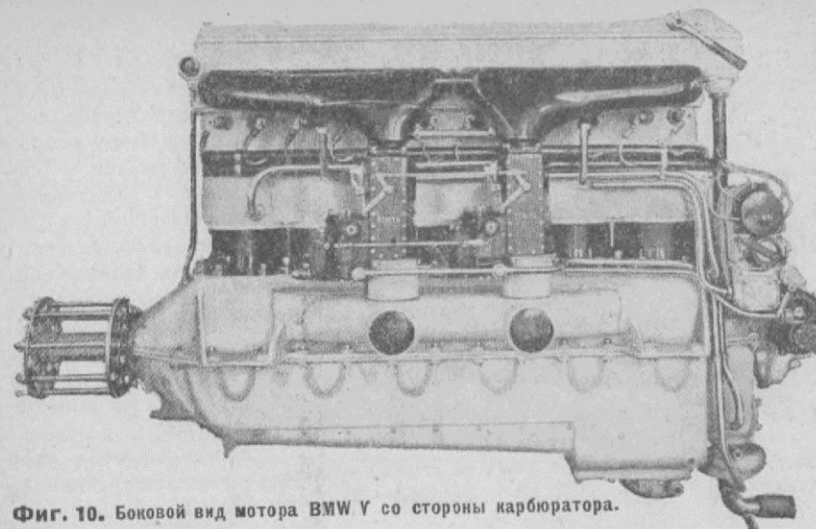
Мотор BMW V

Сведения о моторе и его конструкции

Первый опытный двигатель этого типа был изготовлен в 1925 г., но целый ряд затруднений и неполадок, обнаружившихся при заводских испытаниях, привел к тому, что лишь в 1928 г. на Берлинской авиа-выставке мотор смог быть показан в годном для эксплуатации виде.

Подобно другим моторам BMW у этого типа также сохранена высотность, но благодаря значительному усилению деталей кривошипно-шатунного механизма мотор может работать на земле на полном открытии дросселя в течение довольно продолжительного времени (до 1 часа), развивая свою максимальную мощность в 410 л. с.

В зависимости от назначения и от типа применяемого горючего мотор может быть изготовлен с тремя различными степенями сжатия, что



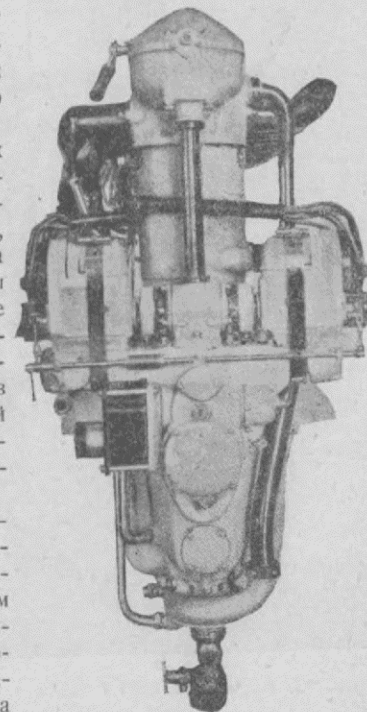
Фиг. 10. Боковой вид мотора BMW V со стороны карбюратора.

достигается сменой поршней. В основу конструкции этого мотора фирма положила совершенно другие принципы, чем те, которые она применяла до сих пор (фиг. 10, 11, 12 и 13).

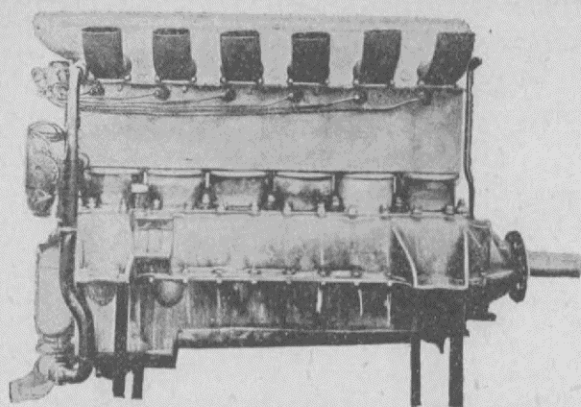
Цилиндры в отличие от прежних целиком стальных с приварными стальными рубашками, в данном моторе выполнены в виде цилиндрических боек, вставляемых в общий для всего мотора алюминиевый блок. Стальные боксы имеют солидное дно, которое еще более усилено четырьмя короткими кольцевыми штуцерами, идущими вокруг каждого из четырех клапанных каналов цилиндра. Уплотнение между буксой цилиндра и алюминиевым блоком создается при помощи уплотнительного резинового кольца.

Общая для всех шести цилиндров мотора алюминиевая головка в своей верхней части служит картером распределительного вала и скрепляется с каждым из цилиндров при помощи четырех цилиндрических кольцевых гаек, являющихся одновременно и седлами клапанов. С рубашкой цилиндра головка соединяется посредством шурупов.

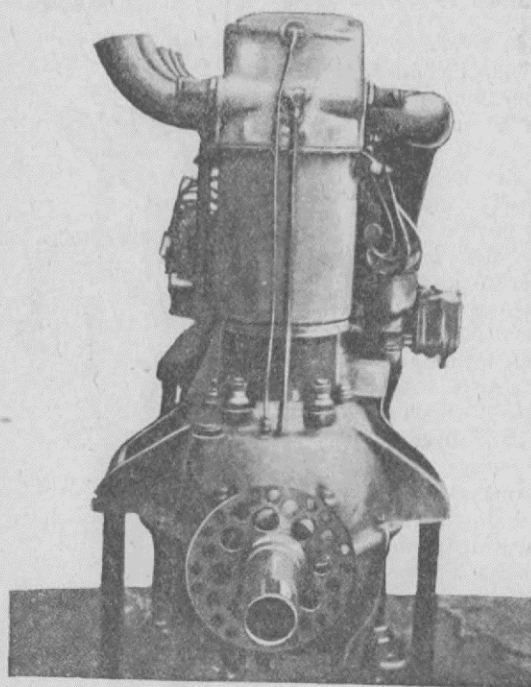
Кулачковый вал и все детали управления клапанами расположены в алюминиевой головке мотора и закрываются общей для всего блока алюминиевой крышкой.



Фиг. 11. Вид мотора BMW V сзади.



Фиг. 12. Боковой вид мотора BMW V со стороны выхода.



Фиг. 13. Вид мотора BMW V сзади.

стала такой же, как в других моторах фирмы, вместо применявшихся ранее карбюраторов BMW на этом моторе устанавливаются два карбюратора фирмы Zenit. Подвод воздуха осуществляется сквозь картер, как и в прежних моторах BMW. Пройдя через картер и полые

Передача к распределению осуществляется передаточным вертикальным валом, составляющим одно целое с шестернями, приводящими в действие распределение и магнето. Вертикальный передаточный вал установлен на скользящих подшипниках.

Носок коленчатого вала выполнен оригинальным образом: вместо обычных упорных шарикоподшипников на коленчатом валу в носке его имеется кольцевой бортик, составляющий одно целое с валом и служащий для восприятия тяги вала; по обе стороны от этого бортика помещаются обычного типа скользящие подшипники. Во время заводских испытаний эта конструкция показала вполне надежную работу. Коленчатый вал о-анчивается плоским фланцем, к которому на болтах крепится втулка вала (фиг. 12).

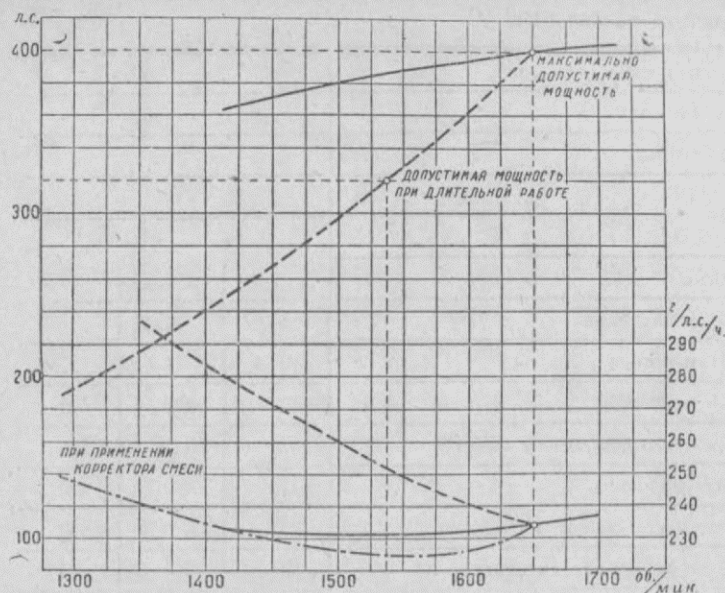
Для зажигания служит магнето Бош тип GF6 и благодаря тому, что привод к магнето выполнен на двойных шарикоподшипниках и для сцепления применено эластичное сцепление Бош, работа магнето поставлена в лучшие условия, чем в прежних моторах BMW.

Схема карбюрации

Основные данные мотора BMW V

Число и расположение цилиндров	6, верт. в ряд		
Охлаждение мотора	водяное		
Диаметр цилиндра D	мм	165	
Ход поршня S	мм	190	
Отношение S/D		1,15	
Степень сжатия		7,3	6,0 5,5
Рабочий объем цилиндра	л	4,07	4,07 4,07
Рабочий объем мотора	л	24,4	24,4 24,4
Номинальная мощность	л. с.	320	320 320
Номинальное число оборотов в минуту		520	1 535 1 570
Максимальная мощность	л. с.	410	400 370
Максимальное число оборотов в минуту		1 650	1 650 1 650
Сухой вес мотора без втулки вала	кг	335	335 335
Вес на силу	по N макс. по N ном.	0,816 1,045	0,84 1,045 0,906
Средняя скорость поршня	по n макс. по n ном.	10,45 9,65	10,45 9,75 10,45
Среднее эффективное давление	по N макс. по N ном.	9,15 7,75	8,92 7,70 8,25
Цилиндровая мощность	по N макс. по N ном.	68,3 53,3	66,6 3,3 61,66
Литровая мощность	по N макс. по N ном.	16,8 13,1	16,40 13,1 15,2
Литровый вес	кг/л	13,7	
Удельный расход горючего	г/л. с. ч.	220	225 230
Удельный расход масла	г/л. с. ч.	8—12	
Вес воды в моторе	кг	10	
Вес масла в моторе	кг	6	
Вес втулки вала	кг	8,28	
Длина мотора	мм	1 795	
Ширина мотора	мм	616	
Высота мотора	мм	1 143	

Фирмой был построен и испытан только мотор с $\epsilon=6,0$, поэтому данные для моторов со степенью сжатия $\epsilon=7,3$ и $\epsilon=5,5$ являются предположительными.



Фиг. 14. Характеристика BMW V $\epsilon = 6,0$.

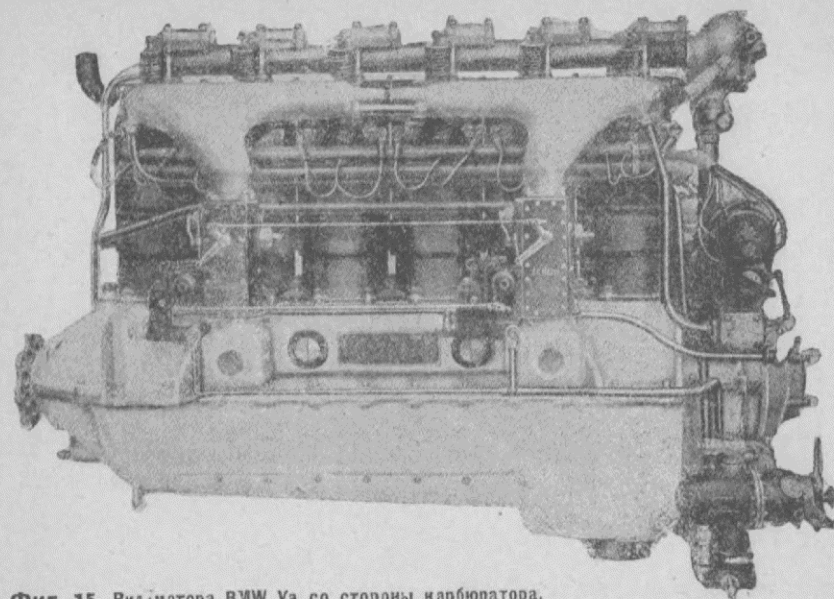
перегородки картера, воздух собирается в коробчатом приливе, на котором установлены два карбюратора. Из карбюраторов горючая смесь подается к цилиндрам по двум трубопроводам. Каждый из всасывающих сборников обслуживает три цилиндра. Предварительный подогрев воздуха происходит в картере, дальнейший подогрев осуществляется в карбюраторах, корпуса которых имеют водяной подогреватель, и во впускных патрубках, снабженных рубашкой и подогреваемых маслом (фиг. 10). На фиг. 14 приведена характеристика мотора BMW V со степенью сжатия $\epsilon = 6,0$.

Мотор BMW Va

Сведения о моторе и его конструкции

Мотор BMW Va (фиг. 15 и 16) представляет собой шестицилиндровый рядный двигатель с водяным охлаждением и является развитием типов BMW IIIa и BMW IVa. Опытный двигатель марки Va был построен в 1926 г., а с 1929 г. фирма начинает у себя уже и серийное производство этих моторов (фиг. 17).

К числу особенностей новой конструкции следует отнести возможность установки пускового приспособления любого типа; кроме того тип Va, оставаясь высотным, как и типы IIIa и IVa, несколько усилен, что увеличивает длительность работы мотора на полном открытии дросселя на земле с 2—3 мин. до 1 часа. Развиваемая при этом мощность называется „максимальной допустимой“ мощностью („Spitzenleistung“).



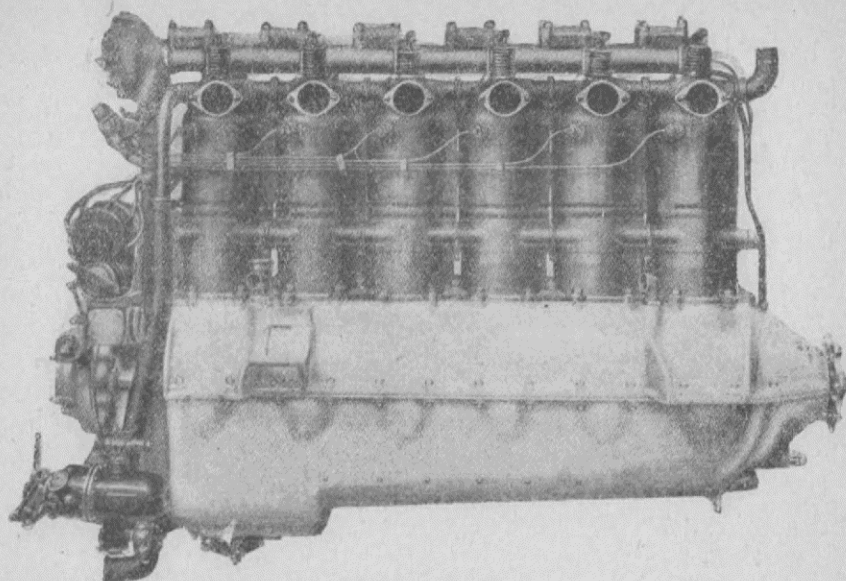
Фиг. 15. Вид мотора BMW Va со стороны карбюратора.

В целях применения мотора BMW Va в различных эксплуатационных условиях и для работы на различных топливах мотор изготавливается с тремя степенями сжатия. Карбюратор BMW заменен карбюратором Zenith. Наконец мотор снабжен специальным масляным радиатором и центробежным маслоочистителем, смонтированным со стороны всасывающего трубопровода. В зависимости от рода применения и от типа применяемого горючего мотор может быть изготовлен с тремя степенями сжатия:

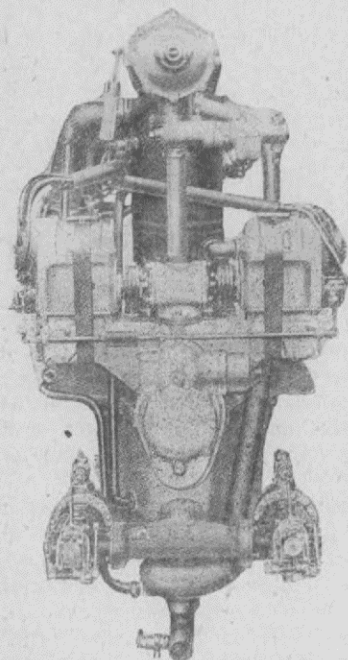
при $\epsilon = 7,3$	мотор маркируется	BMW Va 7,3 [alma]
при $\epsilon = 6,0$	„	BMW Va 6,0 [alda]
при $\epsilon = 5,5$	„	BMW Va 5,5 [alwi]

Цилиндры этого двигателя по конструкции сходны с цилиндрами моторов IIIa и IVa, но в них внесено много мелких конструктивных улучшений; кроме того цилиндры значительно усилены. Тип цилиндра — целиком стальной с приварной стальной рубашкой. Крепление цилиндра к картеру осуществляется кроме обычных накладок, захватывающих одновременно фланцы двух соседних цилиндров, еще дополнительными четырьмя шпильками (фиг. 18 и 19).

Поршни из алюминиевого сплава снабжены тремя уплотнительными и одним маслоборным кольцами каждый. Для степени сжатия $\epsilon = 7,3$ днище поршня выпуклое; для степени сжатия $\epsilon = 6,0$ — плоское. Внутренняя поверхность поршня усилена ребрами. Поршневые пальцы посажены туго в баббешках поршня, но не снабжены контрольным болтом как в моторах BMW прежних типов. От осевого перемещения пальцы предохранены пружинными кольцами, закладываемыми в канавки, продольные в баббешках поршня.



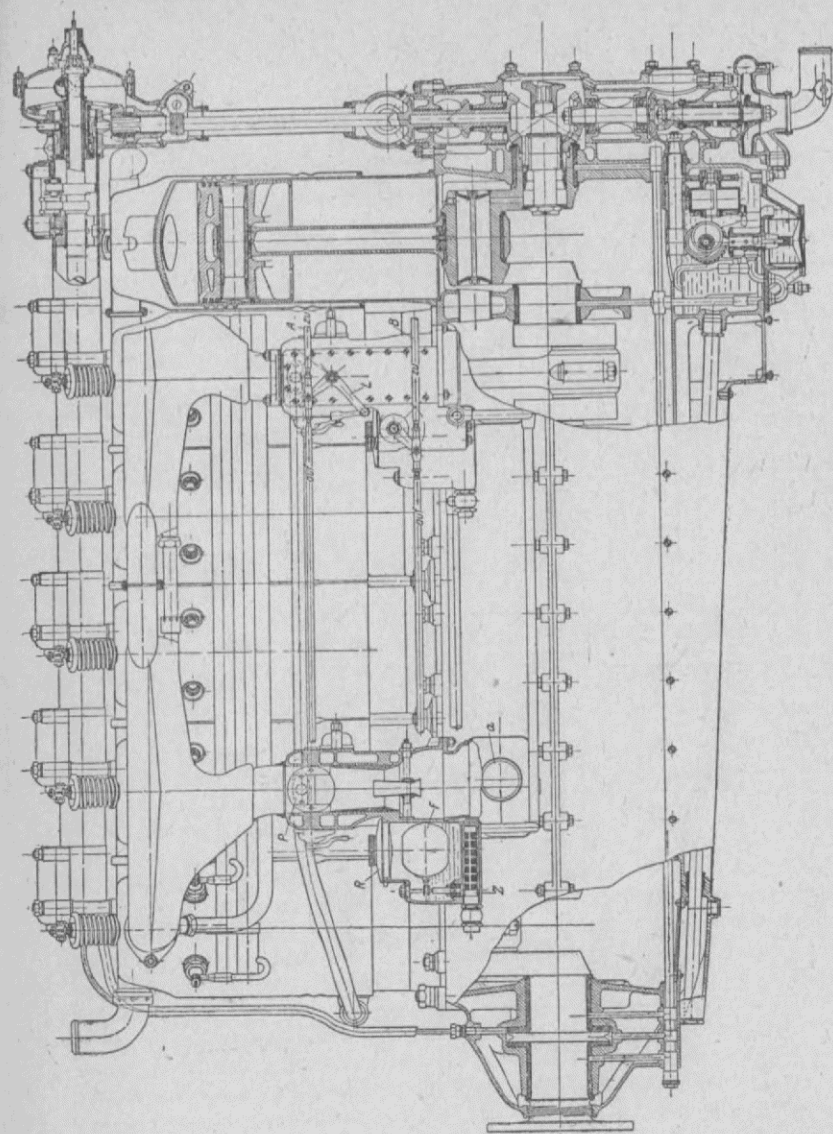
Фиг. 16. Вид мотора BMW Ya со стороны выхлопа.



Фиг. 17. Вид мотора BMW Ya сзади.

Шатуны — круглого сечения, более солидные, чем в прежних типах, полированы по всей поверхности стержня, благодаря чему мелкие дефекты материала могут быть легко обнаружены в процессе производства. В верхней головке устанавливается плавающая чугунная втулка; шатунные вкладыши бронзовые, залитые бабитом.

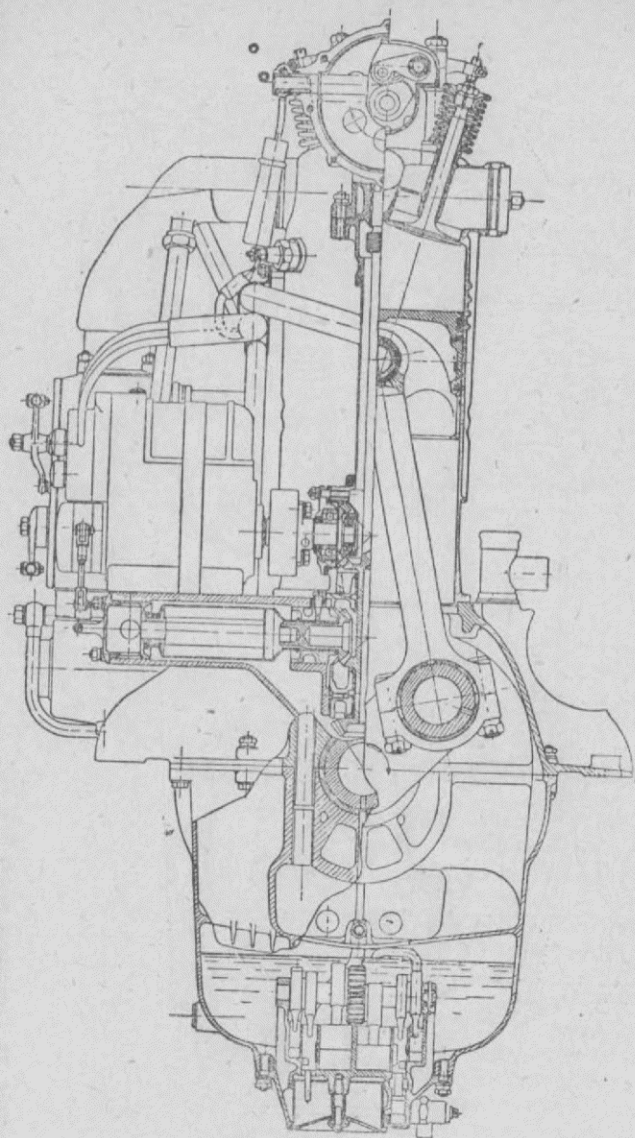
Коленчатый вал — значительно усиленный по сравнению с валом BMW IV, лежит на восьми скользящих подшипниках. Вместо обычного упорного шарикоподшипника на передней части вала имеется упорный брзет, по обеим сторонам которого расположены нормальные скользящие подшипники. Заглушки отверстий в коренной и шатунных шейках не завальцованы, как в прежних типах моторов, но сидят в конических гнездах и стягиваются болтами. Носок вала оканчивается не коническим хвостом, а фасонным фланцем, к которому на болтах крепится втулка винта. К последней коренной шейке вала крепится оканчивающийся храповиком сцепления



Фиг. 18. Продольный разрез BMW Ya.

с самопуском хвостовик, на котором укрепляется коническая шестерня передачи к распределению.

Картер из алюминиевого сплава. Так же как и в прежних моторах BMW, средняя часть нижней половины картера углублена, снабжена ребрами и закрывается обшивкой из листового алюминия. Поперечные ребра



Фиг. 19. Поперечный разрез BMW Ya.

верхней половины картера полые, коробчатого сечения. В верхней половине картера со стороны впуска имеются два отдельных коробчатых кронштейна, на которых посредством промежуточных штифтов крепятся карбюраторы. На заднем торце верхней половины картера прилиты картер и

полые коробчатые кронштейны, на которых крепятся магнето. Внутренние полости этих кронштейнов использованы для помещения в них передачи к динамо и центробежного маслоочистителя.

Передача к распределению осуществляется от коленчатого вала через систему конических шестерен и промежуточный вертикальный вал. Нижняя коническая шестерня и шестерни привода к магнето и к динамо составляют одно целое с промежуточным валом, который устанавливается на скользящих подшипниках (фиг. 18).

Механизм распределения состоит из распределительного валика, расположенного над цилиндрами в трубчатом стальном картере, и клапанных коромысел, оси которых лежат в крышках картера распределительного валика. На одном конце распределительного вала имеются декомпрессионное приспособление и прорез для привода к счетчику числа оборотов, на другом — ниппель для подвода масла. Одно плечо клапанного коромысла снабжено роликом, другое — зажатое в прорезе винтом (фиг. 19).

Клапаны — тарельчатые, по одному впускному и одному выпускному на каждый цилиндр. Оси клапанов наклонены друг к другу под углом в 60° . Каждый клапан имеет по две цилиндрических винтовых пружины. Регулировка клапанов следующая:

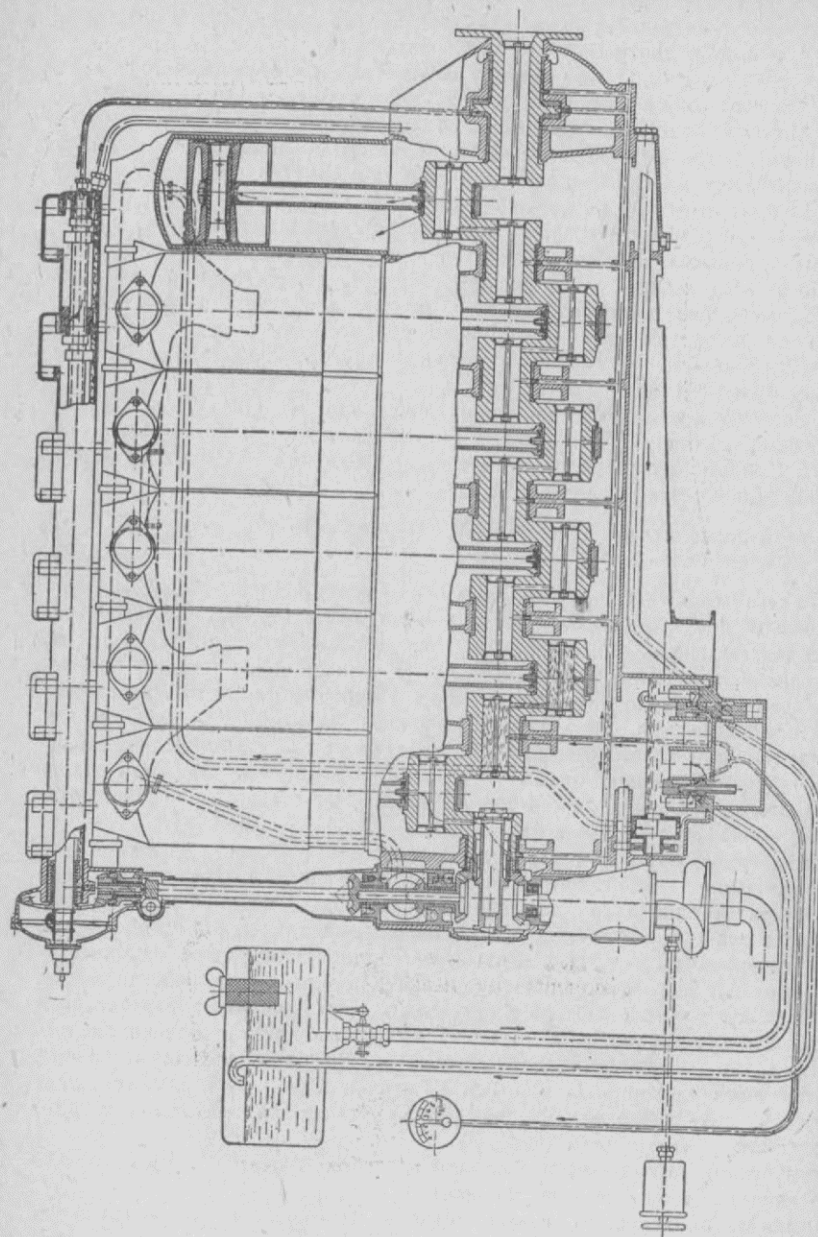
открытие впуска	4° после ВМТ, начало выхлопа	40° до НМТ
закрытие	35° . НМТ, конец	16° после ВМТ.

Система смазки под давлением — циркуляционная. Масло гонится поршневой помпой, помещенной в нижней половине картера, по маслопроводам, масляным каналам к трущимся деталям мотора и, смазывая их, возвращается к помпе, откуда после примешивания небольшого количества свежего масла снова идет в мотор. Привод к помпе от коленчатого вала осуществляется через нижний вертикальный вал, промежуточный горизонтальный вал и червячную передачу от последнего к эксцентрикам помпы. Давление помпы у нового мотора при холодном масле 3—4 ат, а у мотора, прошедшего более 100 часов при разогретом масле, — падает до 1,5 ат (фиг. 20).

Маслопроводы, идущие к коренным подшипникам, имеют ниппель с калиброванными отверстиями неодинакового сечения, а именно: для подшипников от одного до семи, считая от винта, диаметр отверстия равен 2 мм, а для восьмого — 1,6 мм. Дальше схема смазки обычная — через полости коленчатого вала к мотылевым подшипникам, затем через сверление в шатунах к поршневому пальцу, поршню и стенкам цилиндра. Через отвод у носка картера у кольцевого гнезда упорного бортика вала масло поступает в распределительный вал для смазки деталей распределения. Из картера распределительного валика масло стекает в главный картер через маслопровод у носка. С другой стороны оно стекает через картер вертикального валика, смазывая по пути детали передачи к магнето к сепаратору и к помпам (фиг. 20).

Перед пуском мотора через заливной патрубок в картер заливается свежее масло до определенного уровня.

От валика, приводящего помпу, имеется передача на эксцентриковую помпу, прогоняющую масло из общей масляной камеры в масляный подогреватель смеси, оттуда масло стекает к сепаратору, а затем в масляную камеру.



Фиг. 20. Схема смазки BMW Ya.

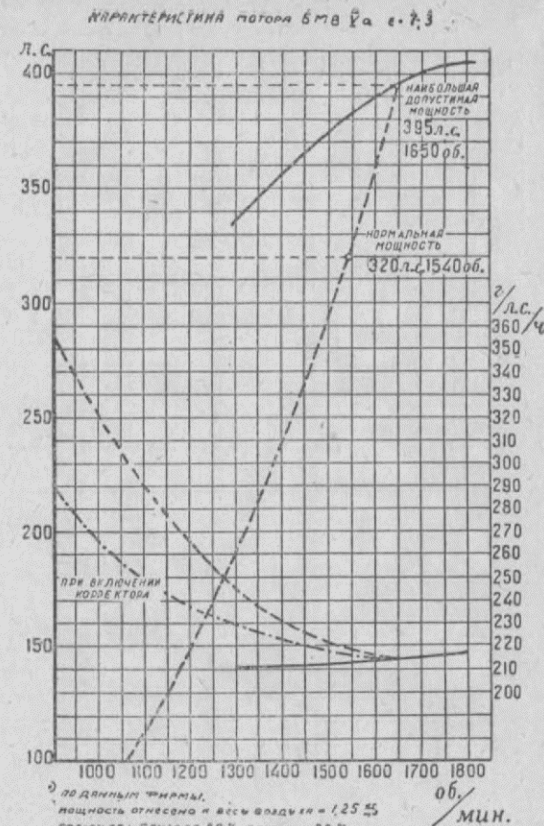
Мотор работает лучше всего на минеральном масле типа Кастроль R или Оптималь. Рекомендуется масло следующих свойств: вязкость при 50° Ц 16—18° по Энглеру, при 100° Ц 2,4—3° по Энглеру, точка воспламенения 200—215° Ц, температура горения 250° Ц.

Система охлаждения осуществляется одной центробежной водяной помпой, укрепленной сзади мотора на нижней половине картера. Производительность помпы при 1400 об./мин. мотора (или при 2180 оборотах вала помпы) равна 7,5 л/сек при напоре в 4 м водяного столба. Водяные пространства рубашек отдельных цилиндров сообщаются между собой посредством коротких штуцеров, соединяемых дюритовыми или резиновыми шлангами.

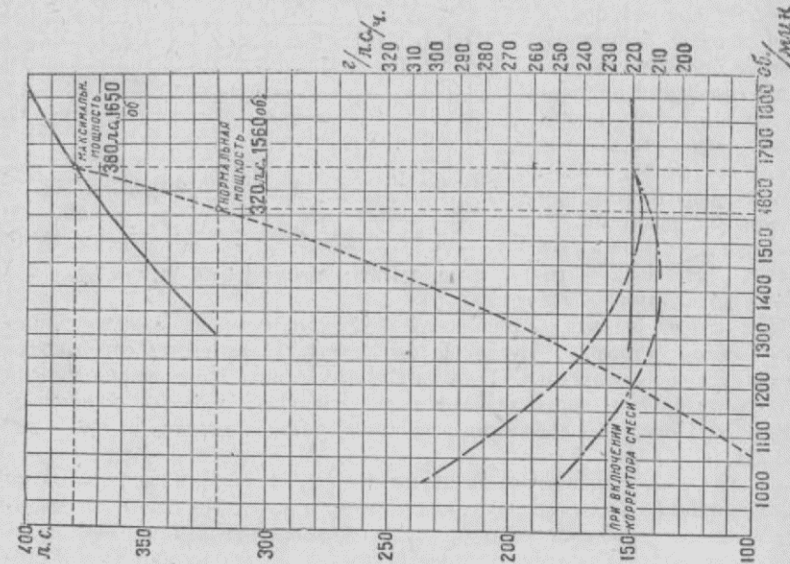
Система зажигания состоит из двух магнето Бош тип GF6 и двух свечей на каждый цилиндр. Оба магнето имеют вращение против часовой стрелки. Пусковое магнето устанавливается отдельно от мотора у сидения летчика. Горизонтальный вал, приводящий магнето от промежуточного вертикального вала, лежит на двойных роликоподшипниках. Полное опережение зажигания устанавливается на 26—28° до ВМТ.

Карбюрация осуществляется двумя отдельно стоящими карбюраторами Zenit тип 60J. Часть воздуха, поступающего в карбюраторы, просасывается сквозь переборки картера, где получается предварительный подогрев; часть воздуха поступает через отверстия в кронштейнах карбюратора и трубу, выводимую за капот. Алюминиевые впускные патрубки по одному на три цилиндра имеют масляный подогрев. Оба патрубка соединены между собой трубкой. Подача бензина осуществляется двумя помпами. А.М. Корпус карбюратора имеет водяной подогрев.

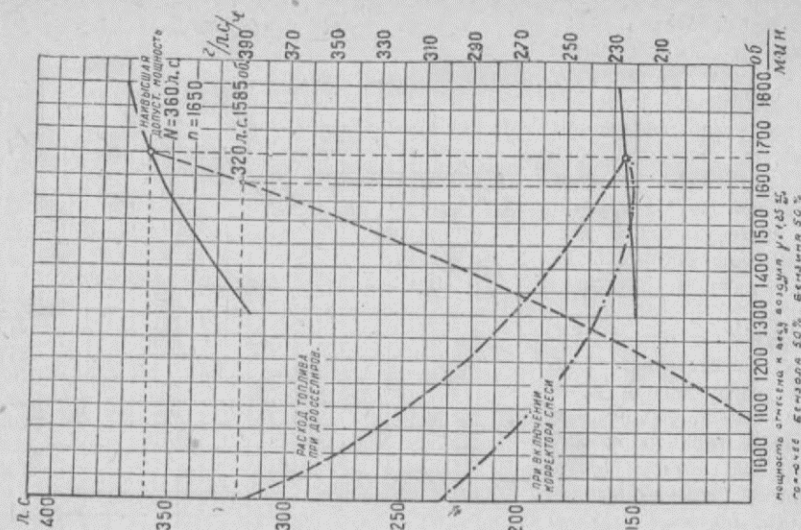
Самопуск может быть применен любого типа, так как предусмотрена установка распределителя на торце распределительного вала и имеется



Фиг. 21. Характеристика BMW Ya; ε = 7,3.



Фиг. 22. Характеристика BMW Va; $\epsilon = 5,5$



Фиг. 23. Характеристика BMW Va; $\epsilon = 6,0$

возможность установить любой инерционный самопуск, сцепляя его с храповиком на коленчатом валу.

Декомпрессионное устройство нормального типа BMW, состоящее в том, что посредством рукоятки вызывается смещение кулачкового

Основные данные мотора BMW Va

Число и расположение цилиндров	6 верт. в ряд		
Охлаждение мотора	водяное		
Диаметр цилиндра D	мм	160	
Ход поршня S	мм	190	
Отношение S/D		1,1875	
Степень сжатия		7,3	6,0 5,5
Рабочий объем цилиндра	л	3,82	3,82 3,82
Рабочий объем мотора	л	22,9	22,9 22,9
Номинальная мощность	л. с.	320	320 320
Номинальное число оборотов в минуту		1540	1560 1585
Максимальная мощность	л. с.	345	380 360
Максимальное число оборотов в минуту		1650	1650 1650
Сухой вес мотора	кг	317	317 317
Вес на силу $\frac{\text{по } N \text{ макс.}}{\text{по } N \text{ ном.}}$	кг/л. с.	0,804	0,835 0,83
Средняя скорость поршня $\frac{\text{по } n \text{ макс.}}{\text{по } n \text{ ном.}}$	м/сек	10,45	10,45 10,45
Среднее эффективное давление $\frac{\text{по } N \text{ макс.}}{\text{по } N \text{ ном.}}$	ат	9,4	9,05 8,58
Цилиндровая мощность $\frac{\text{по } N \text{ макс.}}{\text{по } N \text{ ном.}}$	л. с./цил.	8,16	8,05 7,9
Литровая мощность $\frac{\text{по } N \text{ макс.}}{\text{по } N \text{ ном.}}$	л. с./л	65,8	63,3 60
Литровый вес	кг/л	53,3	53,3 53,3
Удельный расход горючего	г/л. с. ч.	17,2	16,5 15,7
Удельный расход масла	г/л. с. ч.	13,95	13,95 13,95
Вес воды в моторе	кг	13,8	
Вес масла в моторе	кг	215	223 225
Вес втулки винта	кг	8—10	
Длина мотора	мм	10	
Ширина мотора	мм	1668	
Высота мотора	мм	635	
Рекомендуемый сорт горючего	бензол бензин	80	50 40
		20	50 60

вала вдоль его оси, причем ролики коромысел переходят на специальные кулачки.

Вес вспомогательной аппаратуры в кг

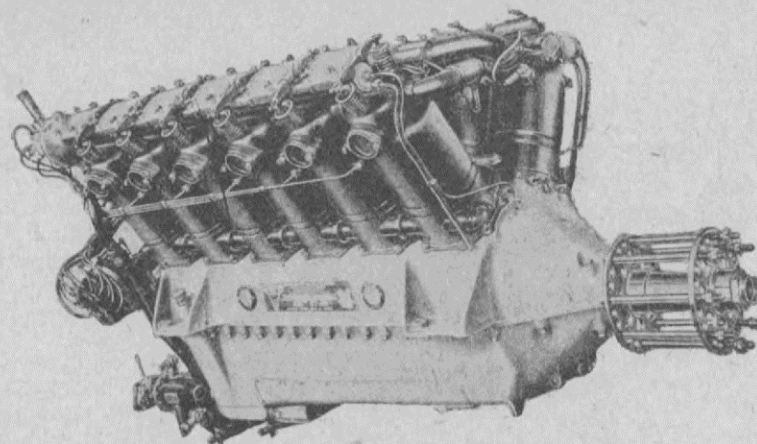
Вес привода к радиогенератору	2,07
Вес установки помп АМ с приводом	8,84
Вес самопуска сжатого воздуха двумя баллонами	17,32
Вес ручного самопуска BMW вместе с пусковым магнето	10,00
Вес ручного самопуска BMW без пускового магнето	8,40
Вес электрических самопусков	
Фарман с батареей и динамо	38,50
Эклипс без батареи и динамо	15,50
Отдельная батарея	19,50
Инерционные самопуски	
Аэромарин с ручным приводом	13,00
Эклипс с ручным или электрическим приводом (без батареи)	16,00
Батарея к самопуску	16,00

Мотор BMW VI

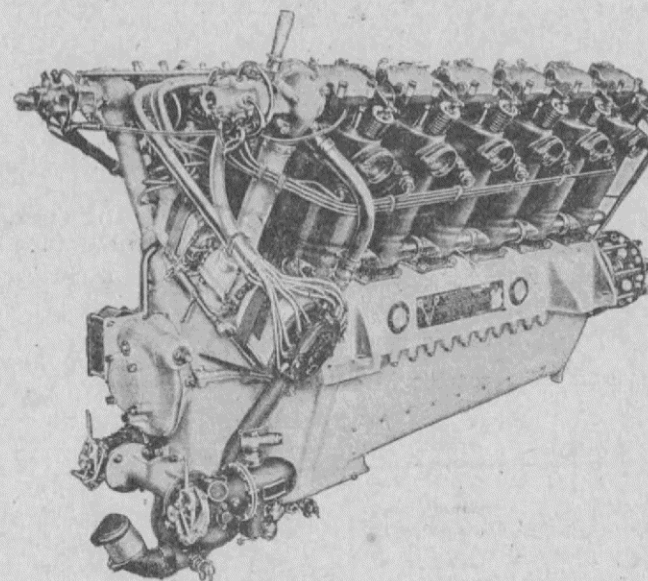
Сведения о моторе и его конструкции

В начале 1925 г. фирма BMW путем удвоения числа цилиндров мотора BMW IV получает мощный авиадвигатель BMW VI. В последующие годы этот новый мотор нашел себе настолько большое распространение, что с 1925 г. фирма прекращает выработку моторов других типов и все свое внимание отдает мотору BMW VI; осенью 1928 г. выпуск моторов этой марки доходил до 60 в месяц.

После выпуска первой серии мотора фирма предприняла шаги, для того чтобы мотор BMW VI мог быть применен как для различных типов самолетов, так и для различных сортов горючего. Таким образом в настоящее время мотор BMW VI (фиг. 23, 24 и 25) изготавливается в самых

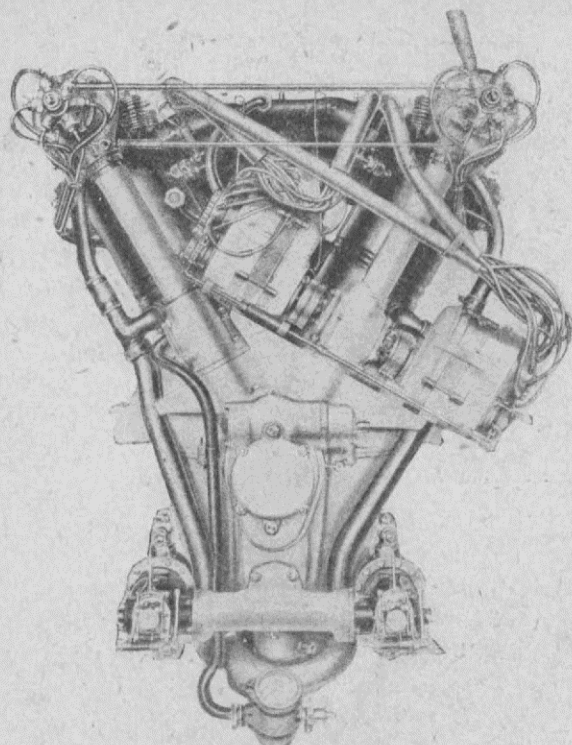


Фиг. 24. Вид мотора BMW VI сбоку спереди.



Фиг. 25. Вид мотора BMW VI сбоку сзади.

разнообразных вариантах: с карбюраторами BMW, с карбюраторами Zenit, без редуктора, с редуктором и т. д. С 1928 г. фирма принимает на себя изготовление мотора BMW VI как с алюминиевыми, так и с электронными картерами, но до 1/1 1929 г. гарантии за долговечность деталей из электрона фирма на себя не брала.



Фиг. 26. Вид мотора BMW VI сзади.

одно маслосборное кольцо, расположенное немного ниже оси поршневого пальца. Поршневой палец, плавающий, свободно сидит в бабьшках поршня и снабжен алюминиевыми заглушками.

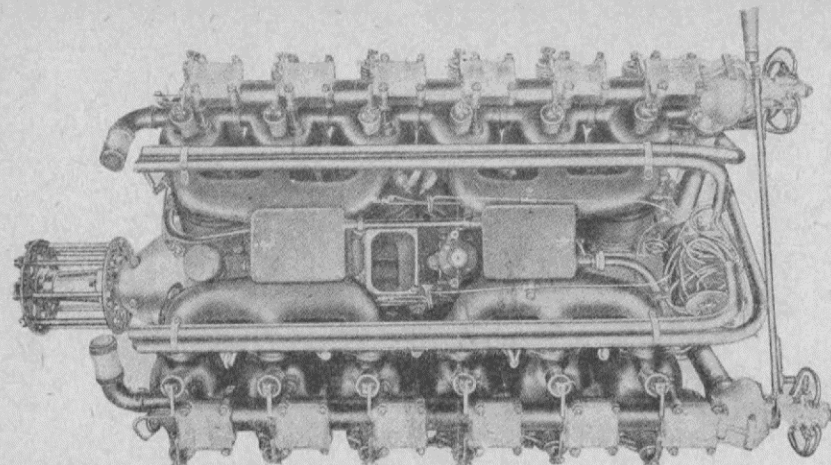
Различные типы моторов BMW VI

Тип мотора	Степень сжатия	Обозначение	Кодификация	
			алюмин.	электр.
Нормальный с прямой передачей, с карбюратором собственной конструкции	7,3	BMW VI 7,3	Alar	Elar
	6,0	BMW VI 6,0	Alhab	Elhab
	5,5	BMW VI 5,5	Alfal	Elfal
Нормальный с прямой передачей, с карбюратором Zenit	7,3	BMW VI Z 7,3	Alarz	Elarz
	6,0	BMW VI Z 6,0	Alhabz	Elhabz
	5,5	BMW VI Z 5,5	Alfalz	Elfalz
С редуктором, с карбюратором собственной конструкции	7,3	BMW VIU 7,3	Alaru	Elaru
	6,0	BMW VIU 6,0	Alahabu	Elahabu
	5,5	BMW VIU 5,5	Alfabu	Elfabu
С редуктором, с карбюратором Zenit	7,3	BMW VI 7,3UZ	Alarzu	Elarzu
	6,0	BMW VI 6,0UZ	Alahabzu	Elahabzu
	5,5	BMW VI 5,5UZ	Alfalzu	Elfalzu

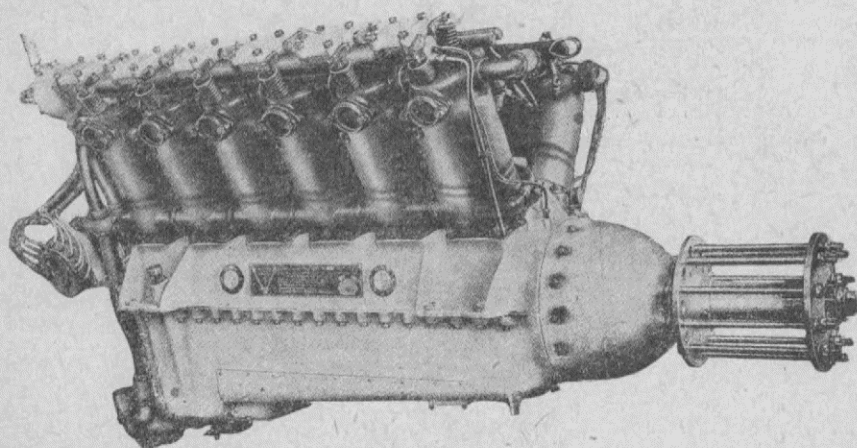
Конструкция мотора BMW VI во многих своих деталях сходна с конструкцией деталей исходного мотора BMW IV, но все переделки, связанные с новым расположением и с новым числом цилиндров, значительно изменили конструкцию почти всех одноименных деталей.

Цилиндры двигателя по конструкции аналогичны цилиндрам мотора BMW IV, целиком стальные, отдельно стоящие, крепятся к картеру не накладками, а восемью шпильками каждый.

Поршни сконструированы заново, толщина дна, ребер и стенок несколько увеличена. Кроме трех уплотнительных колец, установленных в верхней половине поршня, имеется

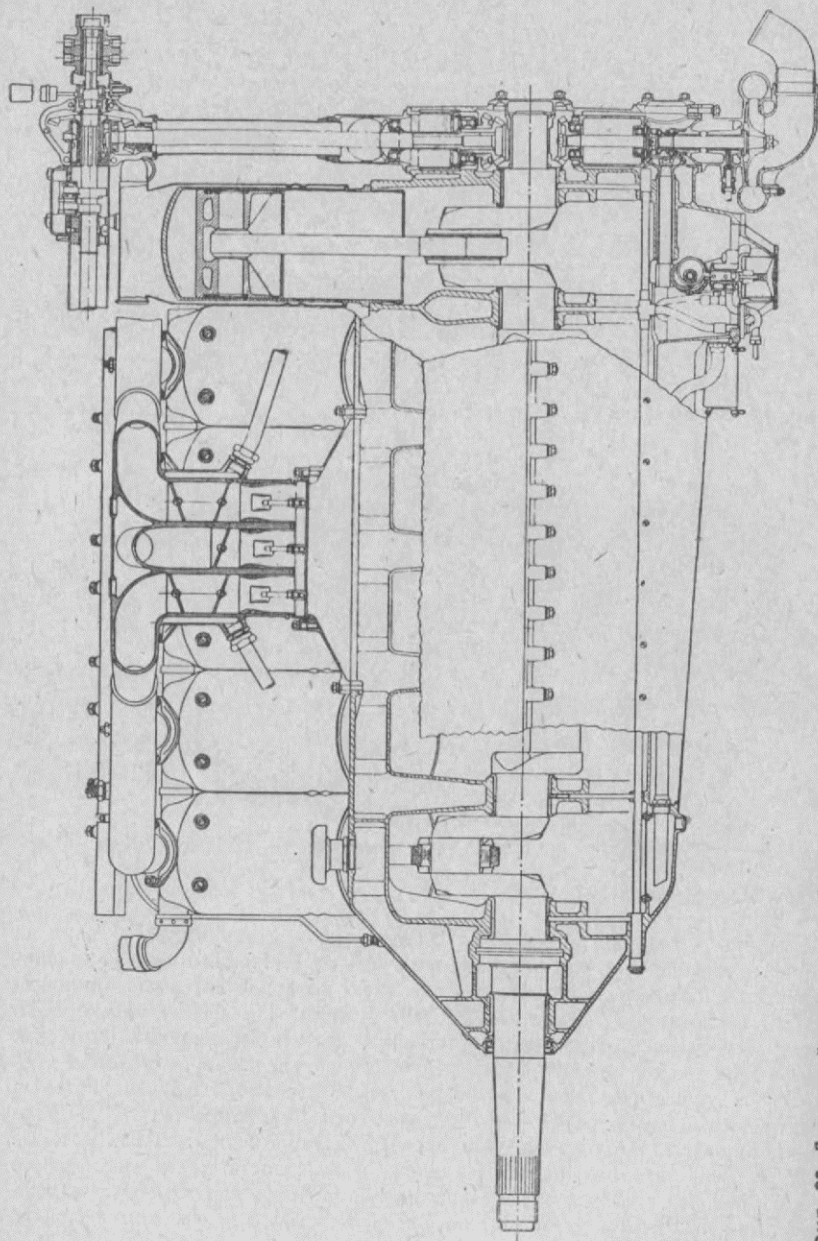


Фиг. 27. Вид мотора BMW VI Z сверху.

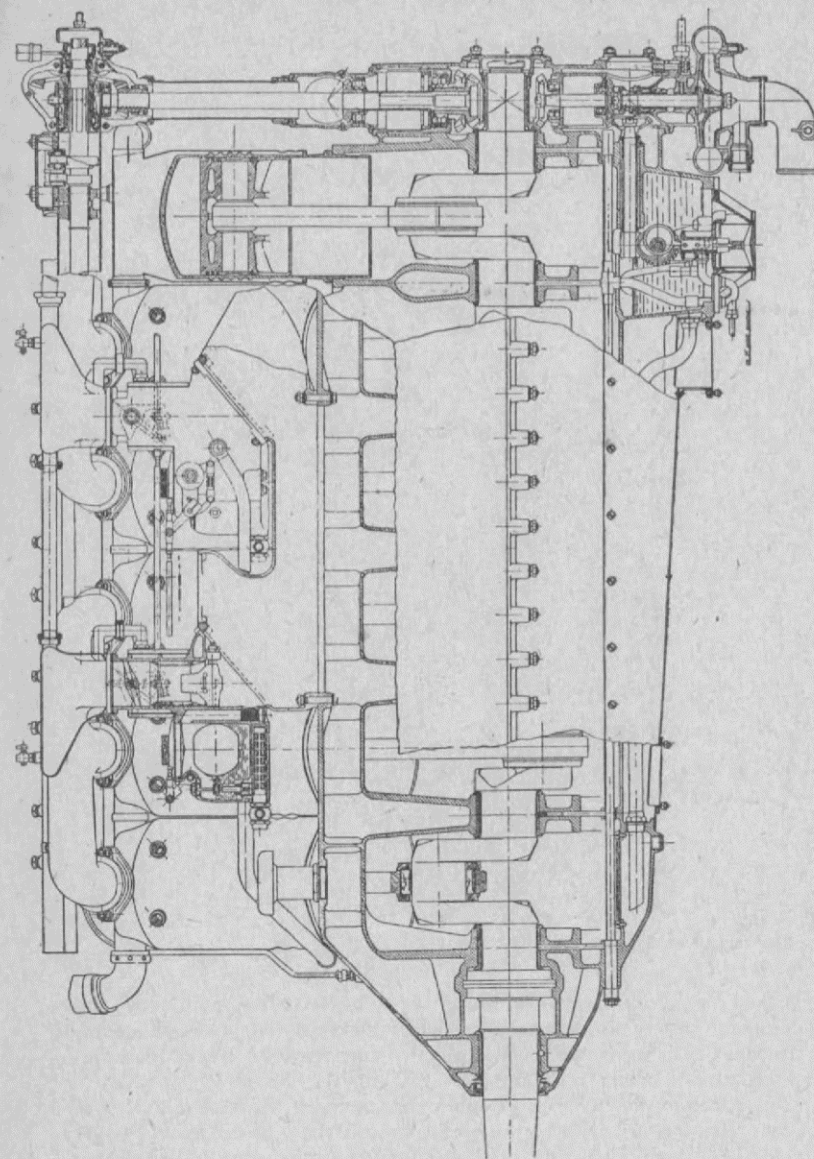


Фиг. 28. Вид мотора BMW VI U.

Шатуны — таврового сечения. В этом моторе фирма BMW одна из первых перешла на шатуны на роликовом ходу. Главный шатун в нижней своей головке имеет цементированную поверхность, по которой катятся заключенные в медные обоймы ролики. На шейку коленчатого вала ролики опираются непосредственно, причем поверхность шатунных шеек вала также цементирована. Боковой шатун также на роликах крепится в ушке, имеющемся в нижней головке главного шатуна. Рабочая поверхность головки бокового шатуна, оси бокового шатуна и ушки цементированы. Верхние головки шатунов в первых экземплярах моторов также были установлены на роликах, но впоследствии эта конструкция была изменена, так что в настоящее время моторы изготавливаются с плавающими чугунными втулками, посаженными свободно в верхних головках шатунов (фиг. 29).

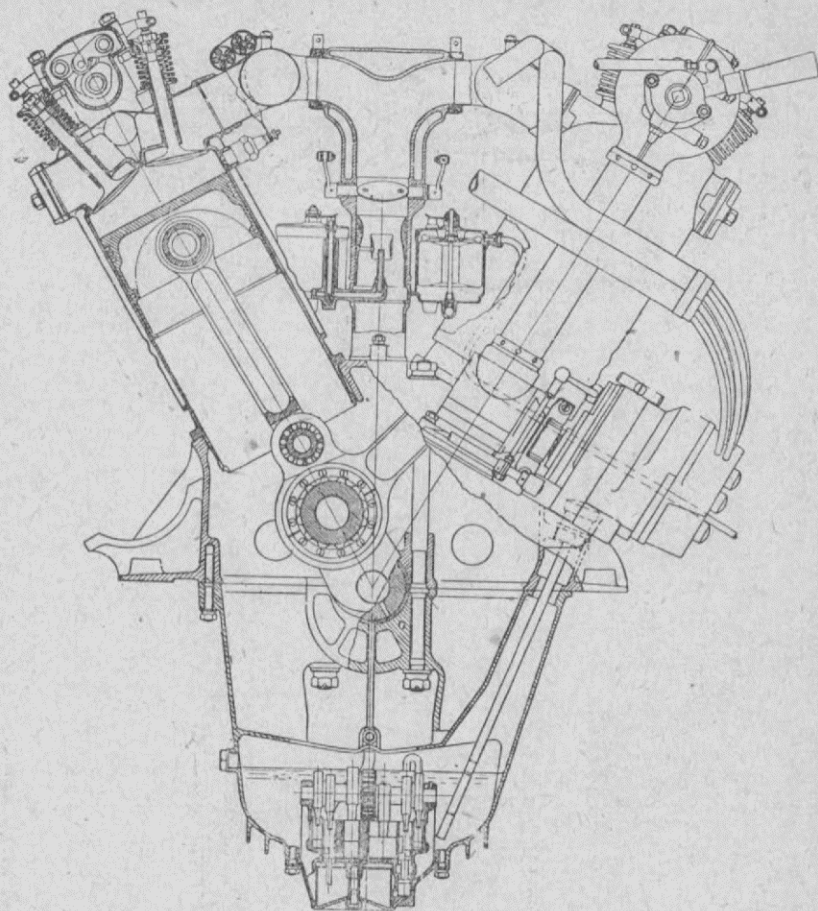


Фиг. 29. Продольный разрез мотора BMW VI.



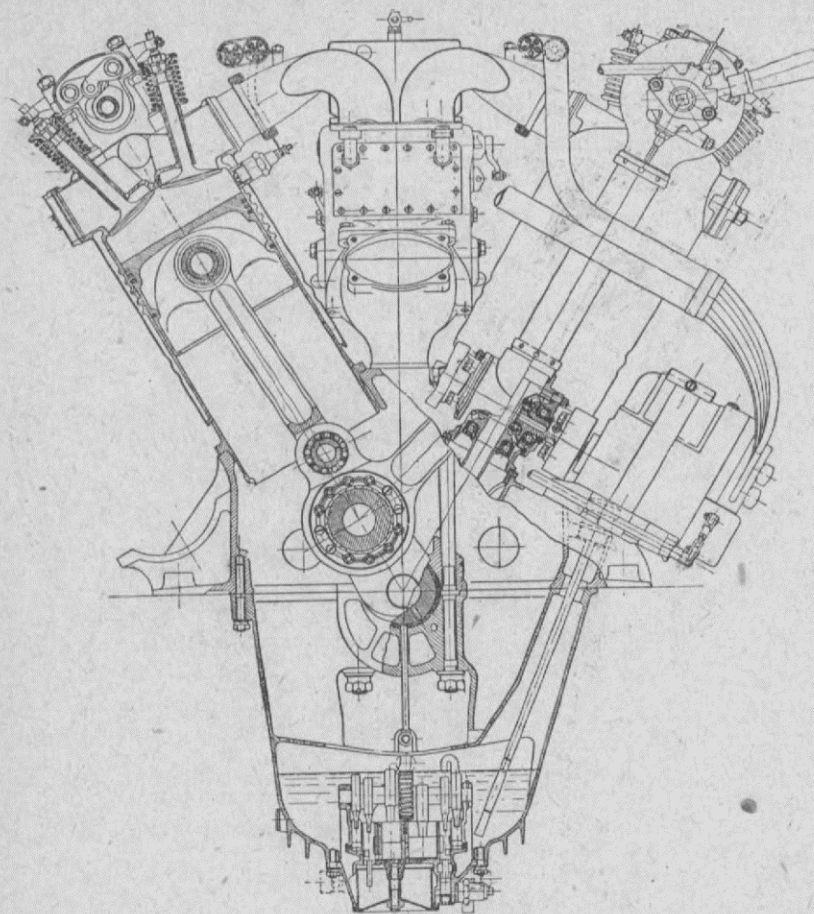
Фиг. 30. Продольный разрез мотора BMW VI Z.

Коленчатый вал покоится на скользящих бабитовых подшипниках. Благодаря применению роликового хода, расстояние между центровыми осями шатунных шеек осталось то же, что и в моторах BMW IV. Диаметр коренных и шатунных шеек по сравнению с валом мотора BMW IV



Фиг. 31. Поперечный разрез мотора BMW VI.

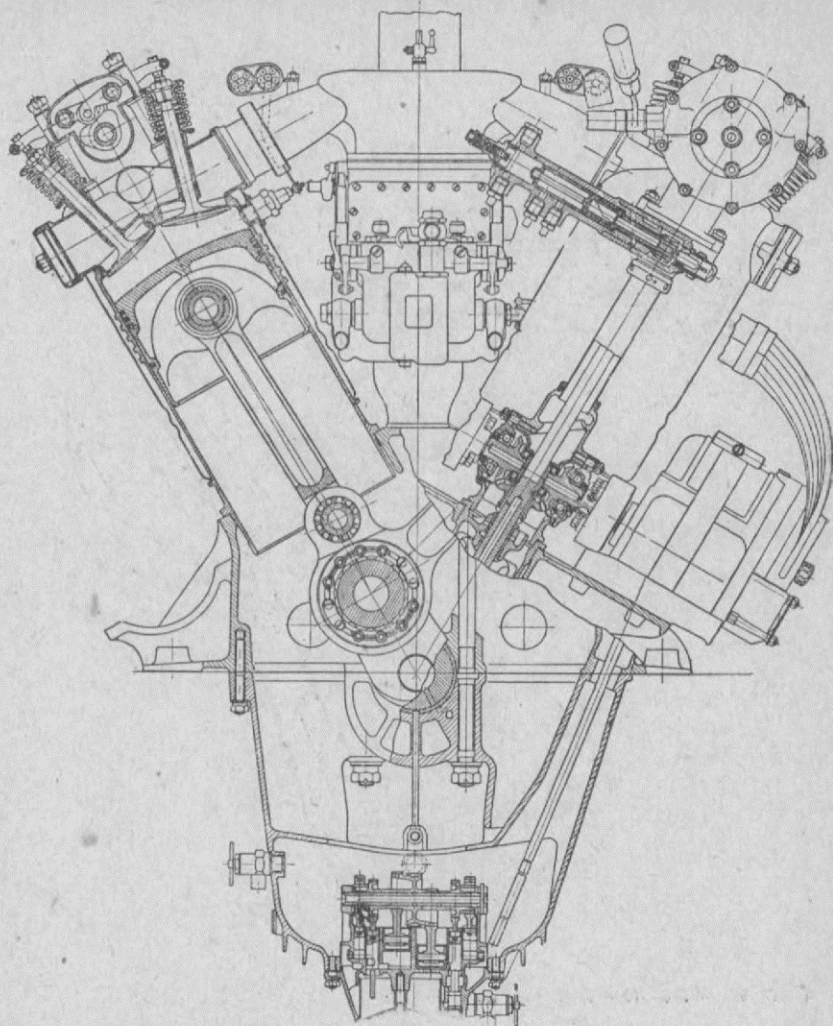
значительно увеличен. Передняя часть вала покоится на двух скользящих подшипниках, между которыми установлен упорный шариковый подшипник. Шатунные и коренные шейки вала — сверленные и имеют заглушки, завальцованные в своих гнездах (фиг. 29, 30, 31, 32 и 33). Картер состоит из двух половин с плоскостью разъема по оси вала. Носок картера значительно удлинен. Верхняя и нижняя половины картера имеют полые перегородки, по которым поступает воздух к карбюратору. Дно нижней половины картера углублено, снабжено продольными ребрами и закрывается алюминиевой листовой обшивкой. Передача к распределению (фиг. 29, 31, 32) осуществлена двумя целыми наклонными валиками, из которых правый своей нижней шестерней непосредственно сцепляется с главной шестерней на коленчатом валу, а



Фиг. 32. Поперечный разрез мотора BMW VI Z.

левый получает движение от правого валика через имеющуюся в нижней части валика вторую шестерню. На правом валике еще имеется дополнительная шестерня, от которой приводятся в действие два наклонно поставленных магнето. Оба наклонных валика устанавливаются на шариковых подшипниках.

Распределительный механизм того же типа, что и в моторах BMW IV, т. е. состоит из распределительного валика, помещенного в трубчатом картере, идущем вдоль всего мотора над каждым рядом цилиндров и клапанных коромысел, оси которых установлены в крышках картера распределительного валика. На заднем торце кулачкового валика имеется возможность установить распределитель сжатого воздуха для

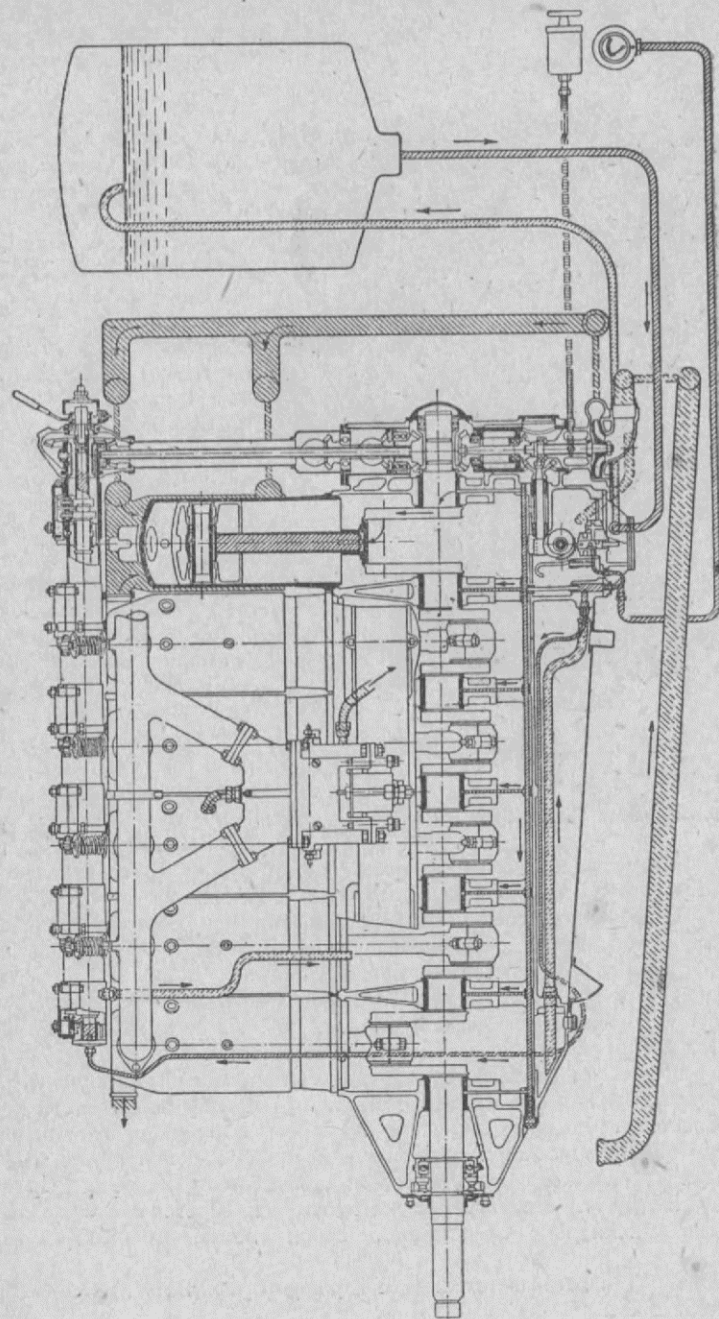


Фиг. 33. Поперечный разрез мотора BMW VI Z 7,3.

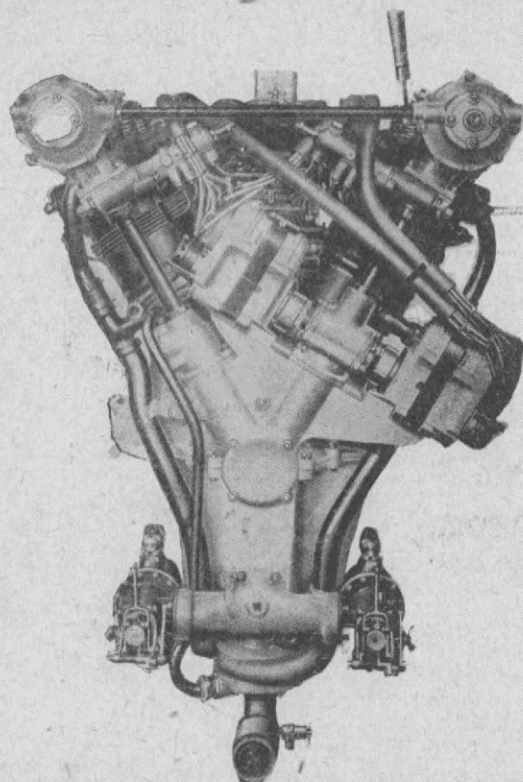
пуска мотора. Один из распределительных валиков имеет нормальное декомпрессионное устройство BMW, описанное выше.

Клапаны — тарельчатого типа, расположенные в цилиндре под углом в 30° друг к другу. Каждый цилиндр имеет по одному впускному и одному выпускному клапану. Каждый клапан несет по две цилиндрических винтовых пружины.

Впускной клапан открывается 6° после ВМТ
 " " закрывается 26° после НМТ
 Выхлопной клапан открывается 37° до ВМТ
 " " закрывается 12° после ВМТ.



Фиг. 34. Схема смазки в моторах BMW VI.



Фиг. 35. Вид сзади мотора BMW IVb Z.

Привод помпы осуществляется от нижнего промежуточного вертикального валика. Рубашки цилиндров каждого ряда сообщаются друг с другом посредством патрубков, соединяемых резиновыми или дюритовыми шлангами. При номинальном режиме подача помпы при 1420 об/мин. коленчатого вала мотора составляет около 7,5 л/сек.

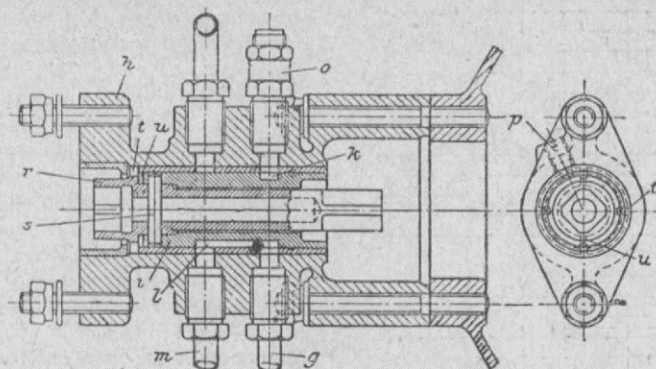
Система зажигания состоит из двух магнето Бош. Первоначально на моторе устанавливались магнето тип FH12L, но с 1928 г. тип магнето изменен, и теперь на моторах стоят магнето Бош GF12.

Карбюратор устанавливается внутри V на специальном приливе на верхней половине картера. Подвод воздуха происходит через картер, где осуществляется предварительный его подогрев. Каждый ряд цилиндров имеет по общему впускному патрубку у моторов с карбюратором BMW и по два впускных патрубка у моторов с карбюратором Zenit. Промежуточный патрубок, соединяющий патрубки карбюратора с впускными патрубками цилиндров, представляет собой масляный подогреватель смеси.

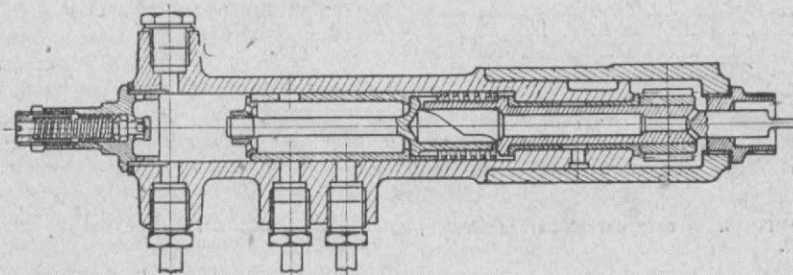
Мотор BMW VI изготовляется либо с карбюраторами BMW, либо с карбюраторами Zenit.

Система смазки — циркуляционная под давлением, создаваемым масляной помпой поршневого типа, установленной в нижней половине картера. Привод помпы осуществляется от нижнего промежуточного валика, горизонтального вала, системы конических шестерен и червячной передачи. Схемы работы и самой помпы приведены были подробно в описании мотора BMW Va.

Наилучшим маслом для мотора считается масло Кастроль, обладающее следующими свойствами: удельный вес — 0,96, вязкость при 50° по Энглери — 16—17, при 90° — около 3, температура вспышки — около 270°, содержание кастрового масла — около 80%. Система охлаждения. Водяная помпа значительно увеличенных размеров того же типа, что и на моторе BMW IV.



Фиг. 36. Распределитель сжатого воздуха мотора BMW VI.



Фиг. 37. Распределитель сжатого воздуха мотора BMW VIb.

Каждый мотор имеет на картере прилив для возможности установки на моторе радиогенератора или динамо для освещения.

Редуктор, устанавливаемый на соответствующих типах моторов, сконструирован по схеме редукторов Фармана.

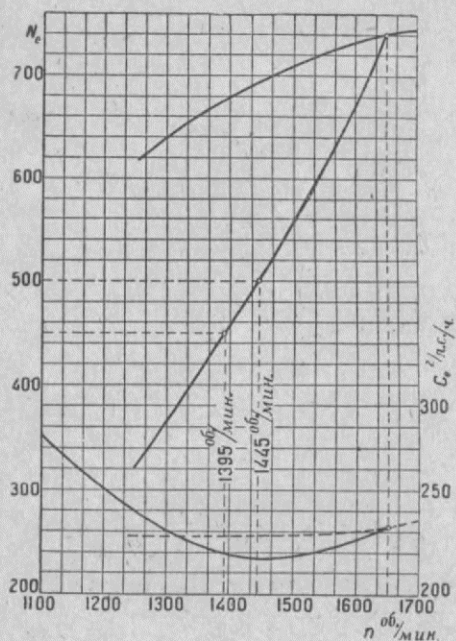
Самопуск может быть установлен различных типов; нормально моторы изготовляются с самопуском сжатого воздуха, но можно получать моторы с инерционными самопусками как ручного, так и электрического типа.

Подача горючего осуществляется либо от двух помп АМ, либо непосредственно из бака под давлением, создаваемым воздушным насосом, который может быть установлен на моторе.

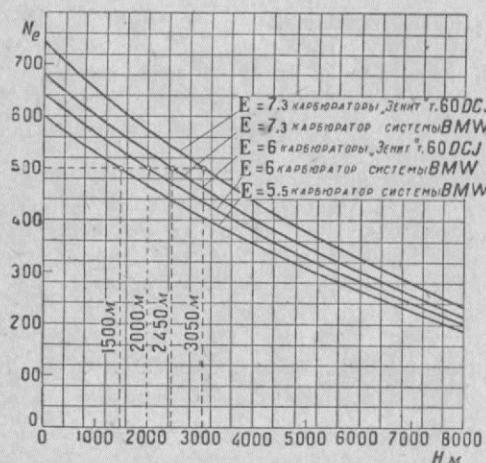
Некоторые сведения¹ об испытаниях и эксплуатации мотора BMW VI

Вопрос о роде топлива для данного типа мотора вполне удовлетворительно разрешается на основании испытаний с авиатопливами, произведенных на моторе BMW IIIa, которые показали, что мотор с $\epsilon = 6,5$ может эксплуатироваться или на краснодарском бензине, или на толуоло-

¹ Заимствовано из статьи Н. М. Яковлева в № 5, Техника воздушного флота, 1927.



Фиг. 38. Характеристика мотора BMW VI Z 7.3.



Фиг. 39. Высотные характеристики моторов BMW VI.

66 л. с. Принимая, что изменение индикаторной мощности пропорционально изменению внешнего давления и обратно пропорционально корню

бензиновой смеси (40% по весу толуола + 60% грозненского авиабензина).

Мотор BMW VI, подобно большинству современных авиамоторов, имеет две мощности: одну так называемую гарантированную, номинальную мощность, по которой он рассчитан на прочность, и другую — максимальную, допускающую кратковременную работу мотора на земле не более двух минут (фиг. 39).

Мощность мотора при 1540 об/мин. и удельном расходе топлива в 250 г/эф. л. с. ч. равна 582 л. с., а приведенная к нормальным внешним условиям при тех же оборотах — 620 л. с. При 150-часовом испытании приведенная максимальная мощность при 1540 об/мин. была установлена в 625 л. с. и удельный расход горючего оказался равным 230 г/эф. л. с. ч. Что касается внешней характеристики мотора, получаемой при открытии земного дросселя, то значение ее

не должно быть менее обусловленного номинала мотора для испытанного образца в 450 л. с. при 1400 об/мин. или для последних моторов по данным прейскуранта фирмы в 500 л. с. при 1400 об/мин, и, вообще говоря, она может быть установлена по желанию. Для такой конструкции мотора внешняя характеристика при земном дросселе не показательна (фиг. 38).

Расчет мощности с высотой может быть сделан из номинала в 600 л. с. при 1540 об/мин., каковой гарантируется фирмой. Механический коэффициент полезного действия при этом равен 0,9, и работа трения, подсчитанная теоретически, равна

квадратному из отношения абсолютных температур, и считая режим мотора постоянным, мы можем определить изменение эффективной мощности двигателя, приведенное в нижеследующей таблице; в третьей графе этой таблицы приведены значения мощности, исходя из максимума мощности, определенной опытом в 625 л. с. при 1540 об/мин.

Мощность мотора BMW VI на различных высотах

Высота в м	Эффективная мощность в л. с. при 1540 об/мин.	
	$N_e = 600$	$N_e = 625$
0	600	625
1000	528	553
2000	465	489
3000	414	435
4000	363	381
5000	320	336

В среднем удельный расход топлива по испытаниям в Адлерсгофе, подтвержденный и другими испытаниями, на полном открытии земного дросселя выразился в 212 г/эф. л. с. ч., что дает эффективный коэффициент полезного действия в 28,5%. Удельный расход на мощности в 450 л. с. при дросселированном моторе по тем же испытаниям получен в 212 г. В общем, на основании многочисленных испытаний мотор BMW VI следует считать одним из наиболее экономичных европейских моторов. Сравнительно со средними данными некоторых современных авиамоторов можно считать (при регулировке на максимум мощности), что мотор BMW VI имеет преимущество в экономии до 5%.

Надежность мотора BMW VI, определенная на основании испытания в 150—200 час., до самого последнего времени еще недостаточно проверена в эксплуатации. Небольшое количество данных эксплуатации как будто стремится понизить норму до 100 час.

Дефекты мотора, обнаруженные при испытаниях и в эксплуатации, можно разбить на три группы: 1) дефекты, известные в прежних конструкциях BMW, 2) дефекты конструкции мотора BMW VI, 3) дефекты, случайные и не имеющие существенного значения в эксплуатации. Все эти дефекты обнаруживались на моторах более раннего изготовления, и в дальнейшем большинство их устранено фирмой.

1 группа. В первую очередь к дефектам этой группы следует отнести ряд мелких недочетов конструкции, именно: растрескивание ударников клапанных коромысел, разбалтывание заглушек коленчатого вала, заедание ведущей шестерни на коленчатом валу и т. п. Все означенные дефекты могут быть повидимому избегнуты только путем изменения конструкции. Особое место занимают случаи заедания поршней, отмеченные в нескольких испытаниях. Причина дефекта в наибольшей мере определяется качеством материала и производства. Кроме того имеет влияние на возможность заедания довольно малый диаметральный зазор между поршнем и цилиндром, равный 0,85 мм сверху поршня и 0,44 мм на поверхности ниже пальца, что для диаметра поршня в 160 мм следует признать явно малым. На основании испытаний следует также отметить незначительные деформации поршня, выразившиеся в увеличении диа-

метра его по оси пальца в пределах 0,025 мм. За счет той же деформации следует отнести изменения посадки поршневого пальца в бабышках поршня от свободной в начале испытания до, посадки, требующей довольно значительных усилий с применением молотка или разогревания поршня. Основной причиной заедания не могли служить деформации, каковые на основании измерения выразились не выше 0,025 мм и могли оказать влияние только во вторую очередь.

К дефектам, связанным с конструкцией поршня, следует отнести случаи пригорания верхних колец, каковые от края поршня отстоят на 6 мм, за счет чего отчасти и следует отнести этот дефект.

II группа. К весьма важным дефектам этой группы следует отнести систематическое выбивание клапанных гнезд в цилиндрах и частые выбивания грибов клапанов. Последствия этого дефекта весьма неприятны, так как в большинстве случаев приходится производить замену цилиндров. Сама причина дефектов кроется исключительно в качестве материалов, так как у конструкции BMW IV, сходной по размерам с BMW VI, этот дефект не имел места.

К дефектам, правда, более производственным, чем эксплуатационным, следует отнести рябь на рабочих поверхностях в мотылевых шейках и шатунах. Следует отметить, что однажды появившаяся рябь (в большинстве случаев появление ряби обнаруживается немедленно после заводского испытания) весьма слабо обнаруживает свой дальнейший рост и на основании длительных испытаний может быть признана безопасной для эксплуатации.

Серьезным дефектом в эксплуатационном отношении являются случаи задира поверхностей цилиндров заглушками плавающего поршневого пальца. Означенный дефект может быть устранен путем смены материала заглушек.

Из дефектов, связанных с конструкцией картера, приходится отметить случаи растрескивания заглушек воздухопровода, вследствие чего получается проникновение во всасывающую систему мотора масла, что приводит к ряду эксплуатационных дефектов в работе мотора.

К дефектам роликового хода нужно отнести случаи трескания полукольцевых обойм главных шатунов. К дефектам роликов, обнаруженным после 150-часового испытания, следует отнести появление точек выкрашивания рабочей поверхности, каковой дефект указывает на непригодность ролика к дальнейшей работе.

К той же группе дефектов следует отнести неравномерный износ шестерен передаточных валиков, что при отсутствии надежного способа контроля монтажа зазора в шестернях может повториться.

III группа. К дефектам этой группы следует отнести случаи поломки клапанных пружин, поломки обоймы упорного шарикового подшипника, заедание и износ коренных подшипников, заедание и износ роликов и т. п. Все означенные дефекты объясняются или случайно негодным материалом (клапанные пружины), или случайной конструктивной ошибкой (обойма упорного подшипника), или недосмотром в эксплуатации масляной системы мотора.

В процессе преодоления различных недостатков фирма внесла в конструкцию мотора целый ряд изменений и в 1929 г., еще раз пересмотрев все необходимые конструктивные переделки, выпустила улучшенный тип мотора под маркой BM VIb.

Основные данные мотора BMW VIU

Число и расположение цилиндров	12, V, 60°			
Охлаждение мотора	водяное			
Диаметр цилиндра <i>D</i>	мм	160		
Ход поршня <i>S</i>	мм	190		
Отношение <i>S/D</i>		1,1 875		
Степень сжатия		7,3	6,0	5,0
Рабочий объем мотора	л	45,84	45,84	45,84
Рабочий объем цилиндра	л	3,82	3,82	3,82
Номинальная мощность	л. с.	500	500	500
Номинальное число оборотов в минуту		1 490	1 484	1 508
Максимальная мощность	л. с.	680	630	600
Максимальное число оборотов в минуту		1 650	1 600	1 600
Сухой вес с алюминиевым картером	кг	545	545	545
Сухой вес мотора с электронным картером	кг	505	505	505
Вес на силу с алюмин. картером	по <i>N</i> макс. по <i>N</i> ном. кг/л. с.	0,8 1,09	0,86 1,09	0,91 1,09
Вес на силу с электрон. картер.	по <i>N</i> макс. по <i>N</i> ном. кг/л. с.	0,742 1,01	0,8 1,01	0,84 1,01
Средняя скорость поршня	по <i>N</i> макс. по <i>N</i> ном. м/сек	10,45 9,45	10,12 9,4	10,12 9,55
Среднее эффективное давление	по <i>N</i> макс. по <i>N</i> ном. ат	8,1 6,7	7,75 6,6	7,4 6,5
Цилиндровая мощность	по <i>N</i> макс. по <i>N</i> ном. л. с./цил.	56,7 41,6	52,5 41,6	50 41,0
Литровая мощность	по <i>N</i> макс. по <i>N</i> ном. л. с./л	14,8 10,9	13,75 10,9	13,1 10,9
Литровый вес	с алюминиевым картером с электронным картером кг/л	11,9 11	11,9 11	11,9 11
Удельный расход	горючего масла г/л. с. ч.	220 10	225 10	230 10
Вес воды в моторе	кг	19		
Вес масла в моторе	кг	6		
Вес втулки винта	кг	13,5		
Длина мотора	мм	2 060		
Высота мотора	мм	1 057		
Ширина мотора	мм	844		
Вес редуктора	кг	35		

Основные данные мотора BMW VIUZ

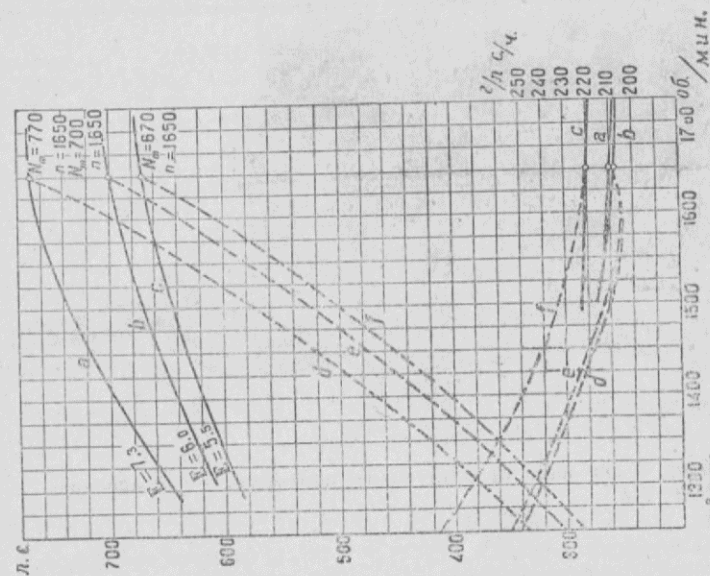
Число и расположение цилиндров		12, V, 60°		
Диаметр цилиндра <i>D</i>	мм	160		
Ход поршня <i>S</i>	мм	190		
Отношение <i>S/D</i>		1,1875		
Степень сжатия		7,3	6,0	5,5
Рабочий объем цилиндра	л	3,82	3,82	3,82
Рабочий объем мотора	л	45,84	45,84	45,84
Номинальная мощность	л. с.	500	500	500
Номинальное число оборотов в минуту		1 485	1 505	1 520
Максимальная мощность	л. с.	750	660	640
Максимальное число оборотов в минуту		1 700	1 650	1 650
Сухой вес мотора в алюминии	кг	545	545	545
Сухой вес мотора в электроме	кг	505	505	505
Вес на силу в алюминии $\frac{\text{по } N \text{ макс.}}{\text{по } N \text{ ном.}}$	кг/л. с.	0,76	0,825	0,85
		1,09	1,09	1,09
Вес на силу в электроме $\frac{\text{по } N \text{ макс.}}{\text{по } N \text{ ном.}}$	кг/л. с.	0,675	0,765	0,79
		1,01	1,01	1,01
Средняя скорость поршня $\frac{\text{по } N \text{ макс.}}{\text{по } N \text{ ном.}}$	м/сек	10,75	10,43	10,43
		9,4	9,52	9,63
Среднее эффективное давление $\frac{\text{по } N \text{ макс.}}{\text{по } N \text{ ном.}}$	ат	8,65	7,85	7,6
		6,6	6,53	6,45
Цилиндровая мощность $\frac{\text{по } N \text{ макс.}}{\text{по } N \text{ ном.}}$	л. с./цил.	62,5	55	53,3
		41,6	41,6	41,6
Литровая мощность $\frac{\text{по } N \text{ макс.}}{\text{по } N \text{ ном.}}$	л. с./л	16,4	14,4	14
		10,4	10,9	10,9
Литровый вес $\frac{\text{в алюминии}}{\text{в электроме}}$	кг/л	11,9	11,9	11,9
		11	11	11
Удельный расход горючего масла	г/л. с. ч.	220	225	230
		10	10	10
Вес воды в моторе	кг	19		
Вес масла в моторе	кг	6		
Вес втулки винта	кг	13,5		
Вес редуктора	кг	35		
Передаточное число редуктора		1 : 0,621		
Длина мотора	мм	2 060		
Ширина мотора	мм	844		
Высота мотора	мм	1 057		
Рекомендуемый сорт горючего	$\frac{\text{бензол}}{\text{бензин}}$	80	50	40
		20	50	60

Основные данные мотора BMW VI

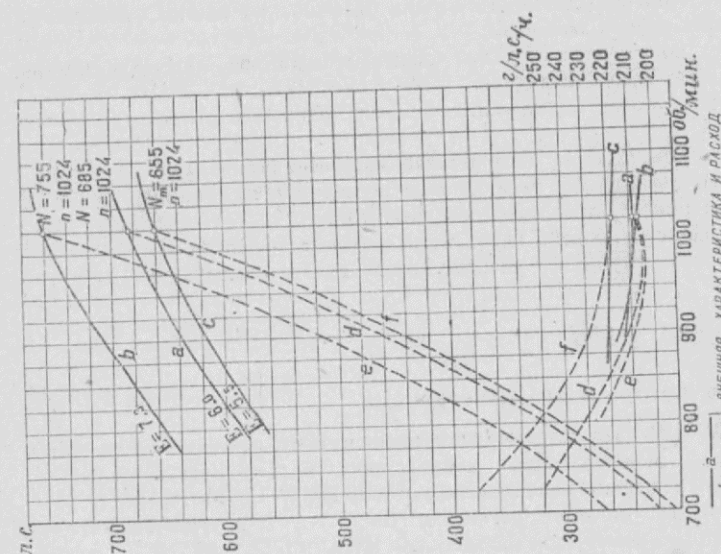
Число и расположение цилиндров		14, V, 60°		
Охлаждение мотора		в дн с		
Диаметр цилиндра <i>D</i>	мм	160		
Ход поршня <i>S</i>	мм	190		
Отношение <i>S/D</i>		1,1875		
Степень сжатия		7,3	6,0	5,5
Рабочий объем цилиндра	л	3,82	3,82	3,82
Рабочий объем мотора	л	45,84	45,84	45,84
Номинальная мощность	л. с.	500	500	500
Номинальное число оборотов в минуту		1400	1420	1459
Максимальная мощность	л. с.	680	630	600
Максимальное число оборотов в минуту		1550	1530	1550
Сухой вес мотора в алюминии	кг	510	510	510
Сухой вес мотора в электроме	кг	470	470	470
Вес на силу в алюминии $\frac{\text{по } N \text{ макс.}}{\text{по } N \text{ ном.}}$	кг/л. с.	0,75	0,81	0,85
		1,02	1,02	1,02
Вес на силу в электроме $\frac{\text{по } N \text{ макс.}}{\text{по } N \text{ ном.}}$	кг/л. с.	0,69	0,75	0,785
		0,94	0,94	0,94
Средняя скорость поршня $\frac{\text{по } n \text{ макс.}}{\text{по } n \text{ ном.}}$	м/сек	9,8	9,7	9,8
		8,76	9,0	9,25
Среднее эффективное давление $\frac{\text{по } N \text{ макс.}}{\text{по } N \text{ ном.}}$	ат	8,62	8,10	7,6
		7,3	6,9	6,75
Цилиндровая мощность $\frac{\text{по } N \text{ макс.}}{\text{по } N \text{ ном.}}$	л. с./цил.	56,7	52,5	50
		41,6	41,6	41,6
Литровая мощность $\frac{\text{по } N \text{ макс.}}{\text{по } N \text{ ном.}}$	л. с./л	14,8	13,75	13,1
		10,9	10,9	10,9
Литровый вес $\frac{\text{в алюминии}}{\text{в электроме}}$	кг/л	11,1		
		10,3		
Удельный расход горючего масла $\frac{\text{по } N \text{ макс.}}{\text{по } N \text{ ном.}}$	г/л. с. ч.	215	220	225
		10	10	10
Вес воды в моторе	кг	19		
Вес масла в моторе	кг	6		
Вес втулки винта	кг	10,7		
Длина мотора	мм	1970		
Высота мотора	мм	844		
Ширина мотора	мм	1057		

Основные данные мотора BMW VI Z

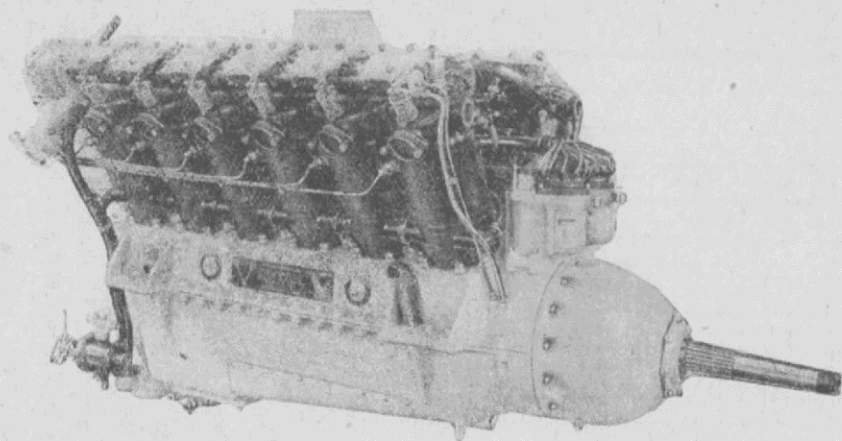
Число и расположение цилиндров	12, V, 60°				
Охлаждение	водяное				
Диаметр цилиндра <i>D</i>	мм	160			
Ход поршня <i>S</i>	мм	190			
Отношение <i>S/D</i>	1,1875				
Степень сжатия	7,3	6,0	5,5		
Рабочий объем цилиндра	л	3,82	3,82	3,82	
Рабочий объем мотора	л	45,84	45,84	45,84	
Номинальная мощность	л. с.	500	500	500	
Номинальное число оборотов в минуту		1443	1460	1467	
Максимальная мощность	л. с.	750	660	650	
Максимальное число оборотов в минуту		1650	1610	1600	
Сухой вес мотора в алюминии	кг	510	510	510	
Сухой вес мотора в электролите	кг	470	470	470	
Вес на силу в алюминии	по <i>N</i> макс. по <i>N</i> ном.	кг/л. с.	0,68	0,783	0,785
			1,02	1,02	1,2
Вес на силу в электролите	по <i>N</i> макс. по <i>N</i> ном.	кг/л. с.	0,625	0,712	0,723
			0,94	0,94	0,94
Средняя скорость поршня	по <i>n</i> макс. по <i>n</i> ном.	м/сек	10,47	10,14	10,14
			9,15	9,25	9,30
Среднее эффективное давление	по <i>N</i> макс. по <i>N</i> ном.	ат	8,92	8,10	8,0
			6,8	6,73	6,7
Цилиндровая мощность	по <i>N</i> макс. по <i>N</i> ном.	л. с./цил.	62,5	55	54,2
			41,6	41,6	41,6
Литровая мощность	по <i>N</i> макс. по <i>N</i> ном.	л. с./л	16,4	14,4	14,2
			10,9	10,9	10,9
Литровый вес	в алюминии в электролите	кг/л	11,1	11,1	11,1
			10,3	10,3	10,3
Удельный расход	горючего масла	г/л. с. ч.	215	220	225
			10	10	10
Сорт горючего	бензол бензин	%	80	40	0
			20	60	100
Вес воды в моторе	кг	19			
Вес масла в моторе	кг	6			
Вес втулки винта	кг	10,7			
Длина мотора	мм	1970			
Ширина мотора	мм	844			
Высота мотора	мм	1057			



Фиг. 41. Характеристика мотора BMW VIaU.



Фиг. 40. Характеристика мотора BMW VIa.



Фиг. 42. Вид мотора BMW VII.

В этот мотор были внесены следующие изменения по сравнению с мотором BMW VIb.

- 1) Несколько усилен коленчатый вал.
- 2) Удлинены шпильки картера.
- 3) Совершенно заново сконструированы наклонные передаточные валики; вместо насадной шестерни, ведущей передаточный валик, применена цельная конструкция, в которой валик и шестерня составляют одно целое; верхняя шестерня передаточного валика посажена на шлицы; размеры и конфигурация валика изменены.
- 4) Изменена конструкция поршня, клапана и цилиндра, в котором сделаны завальцованные гнезда клапанов.
- 5) Совершенно новая конструкция верхнего вертикального передаточного валика.
- 6) Изменена конструкция ряда деталей масляной помпы.
- 7) Изменена конструкция ряда деталей передачи к зажиганию.
- 8) Изменена конструкция водопроводных труб.
- 9) Заново сконструирована передача к счетчику оборотов.
- 10) Заново сконструирован распределитель сжатого воздуха и др.

Мотор BMW VIIa

Сведения о моторе и его конструкции

Мотор BMW VIIa был впервые построен в 1927 г., но показан лишь в 1928 г. на Международной авиавыставке в Берлине. Этот мотор предназначается фирмой для замены моторов BMW VI. Мотор BMW VIIa, с одной стороны, является развитием типа Va, с другой стороны, — сохраняет много конструктивных деталей BMW VI. До 1/1 1929 г. в серийной постройке моторов этого типа еще не было, но фирма принимает на себя изготовление мотора в следующих вариантах:

Тип мотора	Степень сжатия	Маркировка	Примечание
Нормальный с прямой передачей на винт	7,3	BMW VIIa	7,3
	6,0	BMW VIIa	6,0
	5,5	BMW VIIa	5,5
Нормальный с прямой передачей на винт с приводным нагнетателем	7,3	BMW VIIaK	7,3
	6,0	BMW VIIaK	6,0
	5,5	BMW VIIaK	5,5
С редуктором типа Фарман и с приводным нагнетателем	7,3	BMW VIIaUK	7,3
	6,0	BMW VIIaUK	6,0
	5,5	BMW VIIaUK	5,5
С редуктором типа Фарман без нагнетателя	7,3	BMW VIIaU	7,3
	6,0	BMW VIIaU	6,0
	5,5	BMW VIIaU	5,5

Конструкция отдельных деталей мотора сходна с конструкцией одноименных деталей мотора BMW VI. Существенно изменен коленчатый вал, размеры которого увеличены настолько, что явилась возможность для мотора BMW VIIa поднять номинальную мощность до 600 л. с. Конструкция шатунных сочленений оставлена того же типа, что и у BMW VI (на роликах). Коренному изменению подверглось расположение вспомогательных приборов и передачи к распределению.

В моторе BMW VIIa магнето и динамо вынесены на носок мотора и приводятся в действие шестерней червячного зацепления, укрепленной в передней части коленчатого вала, через промежуточные вертикальные валики. Передача к распределению оставлена в задней части мотора, но наклонные промежуточные валики непосредственно сцепляются с коленчатым валом посредством конических шестерен. Внутри угла, образуемого наклонными валиками передачи к распределению, установлен маслоочиститель, приводимый от шестерни на конце коленчатого вала через промежуточный вертикальный валик и систему конических шестерен. Карбюратор на моторах BMW VIIa устанавливается только Зенит.

Мотор BMW VIIIU

Сведения о моторе и его конструкции

Весной 1928 г. фирма приступила к изготовлению нового шестицилиндрового двигателя, в который вложила весь свой богатый опыт по изготовлению однорядных моторов. В этом новом двигателе был использован целый ряд конструктивных деталей от моторов BMW прежних

Основные данные мотора BMW VIIa

Число и расположение цилиндров	12, V, 60°		
Охлаждение мотора	водяное		
Диаметр цилиндра <i>D</i>	мм	160	
Ход поршня <i>S</i>	мм	190	
Отношение <i>S/D</i>		1,1875	
Степень сжатия		7,3	6,0 5,5
Рабочий объем цилиндра	л	3,82	3,82 3,82
Рабочий объем мотора	л	45,84	45,84 45,84
Номинальная мощность	л. с.	600	600 600
Номинальное число оборотов в минуту		1 520	1 565 1 590
Максимальная мощность	л. с.	770	700 670
Максимальное число оборотов в минуту		1 650	1 650 1 650
Сухой вес мотора с алюминиевым картером кг		525	525 525
Сухой вес мотора с электронным картером кг		485	485 485
Вес на силу в алюминии	по <i>N</i> макс. по <i>N</i> ном. кг/л. с.	0,682 0,875	0,75 0,785 0,875 0,875
Вес на силу в электроне	по <i>N</i> макс. по <i>N</i> ном. кг/л. с.	0,63 0,81	0,69 0,725 0,81 0,81
Средняя скорость поршня	по <i>n</i> макс. по <i>n</i> ном. м/сек	10,45 9,63	10,45 10,45 9,93 10,03
Среднее эффективное давление	по <i>N</i> макс. по <i>N</i> ном. ат	9,16 7,75	8,35 8,0 7,53 7,4
Цилиндровая мощность	по <i>N</i> макс. по <i>N</i> ном. л. с./цил.	4 50	58,3 55,8 50 50
Литровая мощность	по <i>N</i> макс. по <i>N</i> ном. л. с./л	16,8 13,1	15,3 14,6 13,1 13,1
Литровый вес	в алюминии в электроне кг/л	11,48 10,6	
Удельный расход	горючего масла г/л. с. ч.	215 10	220 225 10 10
Длина мотора	мм	1 945	
Ширина мотора	мм	846	
Высота мотора	мм	1 160	

Основные данные мотора BMW VIIaU

Число и расположение цилиндров	12, V, 60°		
Охлаждение мотора	водяное		
Диаметр цилиндра <i>D</i>	мм	160	
Ход поршня <i>S</i>	мм	190	
Отношение <i>S/D</i>		1,1875	
Степень сжатия		7,3	6,0 5,5
Рабочий объем цилиндра	л	3,82	3,82 3,82
Рабочий объем мотора	л	45,84	45,84 45,84
Номинальная мощность	л. с.	600	600 600
Номинальное число оборотов мотора в минуту	цилиндров	1 530	1 575 160
Максимальная мощность	л. с.	755	685 655
Максимальное число оборотов мотора в минуту	цилиндров	1 650	1 650 1 650
Сухой вес мотора в алюминии	кг	560	560 560
Сухой вес мотора в электроне	кг	520	520 520
Вес на силу в алюминии	по <i>N</i> макс. по <i>N</i> ном. кг/л. с.	0,742 0,935	0,818 0,855 0,935 0,935
Вес на силу в электроне	по <i>N</i> макс. по <i>N</i> ном. кг/л. с.	0,69 0,86	0,76 0,793 0,86 0,866
Средняя скорость поршня	по <i>n</i> макс. по <i>n</i> ном. м/сек	10,45 9,7	10,45 10,45 9,98 10,12
Среднее эффективное давление	по <i>N</i> макс. по <i>N</i> ном. ат.	9,0 7,7	8,15 7,8 7,49 7,36
Цилиндровая мощность	по <i>N</i> макс. по <i>N</i> ном. л. с./цил.	62,9 50	57 54,6 50 50
Литровая мощность	по <i>N</i> макс. по <i>N</i> ном. л. с./л	16,5 13,1	14,9 14,25 13,1 13,1
Литровый вес	в алюминии в электроне кг/л	12,2 11,35	12,2 12,2 11,35 11,35
Удельный расход	горючего масла г/л. с. ч.	220 10	225 230 10 10

Основные данные мотора BMW VIIaK

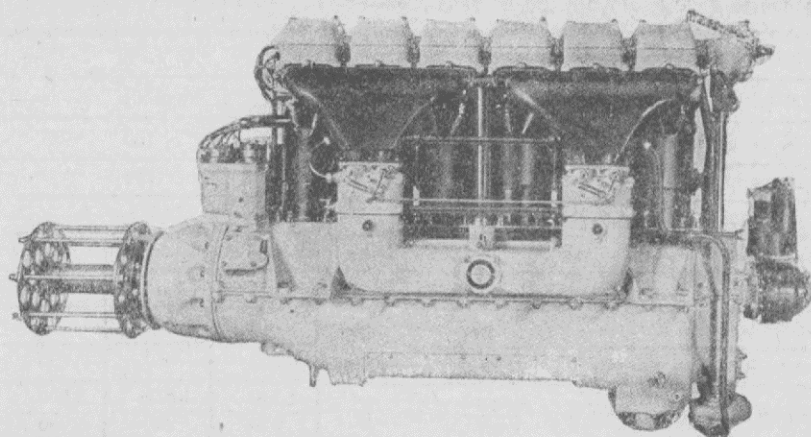
Число и расположение цилиндров	12, V, 60°		
Охлаждение мотора	водяное		
Диаметр цилиндра <i>D</i>	мм	160	
Ход поршня <i>S</i>	мм	190	
Отношение <i>S/D</i>		1,1875	
Степень сжатия		7,3	6,0 5,5
Рабочий объем цилиндра	л	3,82	3,82 3,82
Рабочий объем мотора	л	45,84	45,84 45,84
Номинальная мощность	л. с.	600	600 600
Номинальное число оборотов в минуту		1 520	1 565 1 590
Максимальная мощность ¹	л. с.	770	700 610
Максимальное число оборотов в минуту		1 650	1 650 1 650
Сухой вес мотора в алюминии	кг	575	575 575
Сухой вес мотора в электроне	кг	535	535 535
Вес на силу в алюминии $\frac{\text{по } N \text{ макс.}}{\text{по } N \text{ ном.}}$	кг/л. с.	0,745	0,822 0,858
		0,96	0,96 0,96
Вес на силу в электроне $\frac{\text{по } N \text{ макс.}}{\text{по } N \text{ ном.}}$	кг/л. с.	0,695	0,765 0,8
		0,89	0,89 0,89
Средняя скорость поршня $\frac{\text{по } n \text{ макс.}}{\text{по } n \text{ ном.}}$	м/сек	10,45	10,45 10,45
		9,63	9,93 10,03
Среднее эффективное давление $\frac{\text{по } N \text{ макс.}}{\text{по } N \text{ ном.}}$	ат	9,16	8,35 8,00
		7,75	7,53 7,40
Цилиндровая мощность $\frac{\text{по } N \text{ макс.}}{\text{по } N \text{ ном.}}$	л. с./цил.	64	58,3 55,8
		50	50 50
Литровая мощность $\frac{\text{по } N \text{ макс.}}{\text{по } N \text{ ном.}}$	л. с./л	16,8	15,3 14,6
		13,1	13,1 13,1
Литровый вес $\frac{\text{в алюминии}}{\text{в электроне}}$	кг/л	12,55	12,55 12,55
		11,7	11,7 11,7
Удельный расход $\frac{\text{горючего}}{\text{масла}}$	г/л. с. ч.	215	220 225
		10	10 10
Длина мотора	мм	2 457	
Ширина мотора	мм	846	
Высота мотора	мм	1 160	

¹ Нагнетатель сохраняет мощность мотора до 5 000 м. но не увеличивает ее на земле.

Основные данные мотора BMW VIIaUK

Число и расположение цилиндров	12, V, 60°		
Охлаждение мотора	водяное		
Диаметр цилиндра <i>D</i>	мм	160	
Ход поршня <i>S</i>	мм	190	
Отношение <i>S/D</i>		1,1875	
Степень сжатия		7,3	6,0 5,5
Рабочий объем цилиндра	л	3,82	3,82 3,82
Рабочий объем мотора	л	45,84	45,84 45,84
Номинальная мощность	л. с.	600	600 600
Номинальное число оборотов $\frac{\text{мотора}}{\text{винта}}$ в минуту		1 530	1 575 1 600
		950	980 995
Максимальная мощность ¹	л. с.	755	685 655
Максимальное число оборотов $\frac{\text{мотора}}{\text{винта}}$ в минуту		1 630	1 650 1 650
		1 024	1 024 1 024
Сухой вес мотора в алюминии	кг	610	610 610
Сухой вес мотора в электроне	кг	570	570 570
Вес на силу в алюминии $\frac{\text{по } N \text{ макс.}}{\text{по } N \text{ ном.}}$	кг/л. с.	0,808	0,89 0,93
		1,015	1,015 1,015
Вес на силу в электроне $\frac{\text{по } N \text{ макс.}}{\text{по } N \text{ ном.}}$	кг/л. с.	0,755	0,832 0,870
		0,95	0,95 0,95
Средняя скорость поршня $\frac{\text{по } N \text{ макс.}}{\text{по } N \text{ ном.}}$	м/сек	10,45	10,45 10,45
		9,63	9,98 10,12
Среднее эффективное давление $\frac{\text{по } N \text{ макс.}}{\text{по } N \text{ ном.}}$	ат	9,0	8,15 7,8
		7,7	7,49 7,36
Цилиндровая мощность $\frac{\text{по } N \text{ макс.}}{\text{по } N \text{ ном.}}$	л. с./цил.	62,9	57,0 54,6
		50	50 50
Литровая мощность $\frac{\text{по } N \text{ макс.}}{\text{по } N \text{ ном.}}$	л. с./л	16,5	14,9 14,25
		13,1	13,1 13,1
Литровый вес $\frac{\text{в алюминии}}{\text{в электроне}}$	кг/л	13,3	13,3 13,3
		12,4	12,4 12,4
Удельный расход $\frac{\text{горючего}}{\text{масла}}$	г/л. с. ч.	220	225 230
		10	10 10
Длина мотора	мм	2 659	
Ширина мотора	мм	846	
Высота мотора	мм	1 160	

¹ Нагнетатель позволяет увеличить высоту до 5 000 м. но не повышает мощности на земле.



Фиг. 43. Вид мотора BMW VIIIU сбоку.

типов (тип IIIa, IV, V, Va, VIIa); однако в целом мотор отличается весьма оригинальными конструктивными формами (фиг. 43 и 44). На Берлинской международной выставке 1928 г. новый мотор BMW VIIIU фигурировал в еще незаконченном виде — без коленчатого вала, без поршней и без шатунов, и до 1/V 1929 г. сведений об испытании мотора не имелось.

Отличительной чертой нового мотора является наличие редуктора, что для шестицилиндрового однорядного двигателя применяется впервые. Цилиндры двигателя имеют мало общего с цилиндрами прежнего типа BMW. Цилиндры представляют собой стальные открытые сверху буксы, окруженные приварными рубашками. Выполнение приварки не может вызвать каких-либо производственных затруднений, так как образуется всегда два кольцевых сварных шва и один продольный, которые обеспечивают длительную и надежную работу рубашек. Каждый цилиндр имеет отдельную алюминиевую головку.

Головки цилиндров несут в себе два впускных и два выпускных клапана и в верхней своей части служат картером для деталей распределительного механизма. С буксами цилиндров головки соединяются при помощи фланцев, причем в качестве уплотнительных прокладок применены металлические кольца. Чтобы сохранить расстояние между цилиндрами таким же, как и в прежних моторах BMW, конструкция фланца выполнена вполне оригинальным заявленным к патенту образом.

Шатунный механизм мотора ввиду большого числа оборотов коленчатого вала выполнен особенно прочно. Впервые для шестицилиндрового двигателя применено шатунное сочленение на роликах, благодаря чему длину коренных шеек коленчатого вала удалось значительно развить. Распределительный вал расположен над головками цилиндров. Картер валика, имеющий форму трубы с прорезами, сквозь которые выступают коромысла, управляющие клапанами, выполнен из алюминиевого сплава. Этот картер пронизывает стенки головок и их

крышек, и в местах прохода имеется уплотнение в виде металлических колец, обеспечивающих герметичность головки в ее верхней части, в которой расположены коромысла клапанов. Передача к распределению осуществляется нормальным для однорядного двигателя способом через промежуточный вертикальный валик и систему конических шестерен.

Охлаждающая вода подводится отдельно к цилиндрам и отдельно к головкам, но отводится только из головки переднего цилиндра через два штуцера. Водяные пространства отдельных цилиндров связаны между собой; водяное пространство каждой головки имеет сообщение как с водяным пространством соседней головки, так и с водяным пространством своего цилиндра.

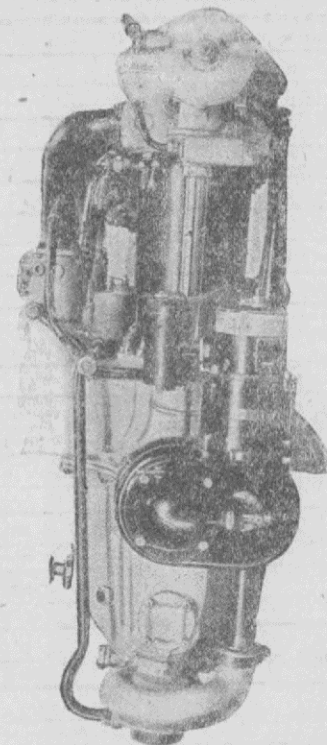
Карбюратор, установленный на моторе, представляет собой оригинальную конструкцию BMW и состоит из одного сдвоенного карбюратора. Две смесительных камеры сообщаются между собой, причем дроссельные заслонки выполнены так, что вторая смесительная камера вступает в работу только после того, как уже полностью открыта первая.

Подвод воздуха к карбюратору осуществляется по обычной системе BMW — через картер. Подвод воздуха к мотору происходит через два патрубка, питающих каждый три соседних цилиндра. Оба патрубка сообщаются между собой в целях уравнивания разрежений. На этих же патрубках установлены клапаны добавочного воздуха, посредством которых возможно регулировать состав смеси при полете на высоте.

Аппараты зажигания так же, как и у мотора BMW VIIa, вынесены наперед и приводятся в действие от коленчатого вала через систему винтовых шестерен и вертикального передаточного валика. Таким же образом через систему конических и винтовых шестерен и вертикального передаточного валика осуществляется привод к динамо, устанавливаемого на носке картера. В передней же части мотора может быть установлен и центробежный маслоочиститель.

Для запуска мотора сжатый воздух не применяется; на моторе предусмотрена возможность установки инерционного самопуска, электрического или ручного.

Редуктор (фиг. 43), установленный на моторе, выполнен по типу Фарман, изготовляемого фирмой по лицензии.



Фиг. 44. Вид мотора BMW VIIIU сзади.

Основные данные мотора BMW VIII D

Число и расположение цилиндров	6 верт., в ряд		
Охлаждение мотора	водяное		
Диаметр цилиндра <i>D</i>	мм	160	
Ход поршня <i>S</i>	мм	180	
Отношение <i>S/D</i>		1,1225	
Степень сжатия		7,3	6,0 5,5
Рабочий объем цилиндра	л	3,62	3,62 3,62
Рабочий объем мотора	л	21,7	21,7 21,7
Номинальная мощность	л. с.	400	400 400
Номинальное число оборотов мотора в минуту		2 190	2 230 2 274
Максимальная мощность	л. с.	530	500 470
Максимальное число оборотов мотора в минуту		2 400	2 400 2 400
Сухой вес мотора в алюминии и электроны	кг	365	365 365
Вес на силу в алюминии по <i>N</i> макс. по <i>N</i> ном.	кг/л. с.	0,69 0,915	0,73 0,915 0,778 0,915
Средняя скорость поршня по <i>n</i> макс. по <i>n</i> ном.	м/сек	14,4 13,15	14,4 13,5 14,4 13,62
Среднее эффективное давление по <i>N</i> макс. по <i>N</i> ном.	ат	9,2 7,65	8,65 7,5 8,13 7,38
Цилиндровая мощность по <i>N</i> макс. по <i>N</i> ном.	л. с./цил.	88,4 66,6	83,1 66,6 78,33 66,6
Литровая мощность по <i>N</i> макс. по <i>N</i> ном.	л. с./л	24,4 18,4	23,0 18,4 21,6 18,14
Литровый вес в алюминии в электроны	кг/л	16,8 15,2	16,8 15,2 16,8 15,2
Удельный расход горючего	г/л. с. ч.	220	225 230
Удельный расход масла	г/л. с. ч.	10	10 10
Сорт горючего бензол бензин	°/о	80 20	40 60 0 100
Вес воды в моторе	кг	11	
Вес масла в моторе	кг	6	
Вес втулки винта	кг	13,5	
Длина мотора	мм	2 109	
Ширина мотора	мм	567	
Высота мотора	мм	1 080	
Передающее число редуктора		1 : 2	
Вес редуктора	кг	включен в вес мотора	

* Без воды, масла, втулки винта и вспомогательной аппаратуры.

Мотор BMW „Хорнэт“

Сведения о моторе и его конструкции

В 1928 г. фирма BMW решила изготовлять также и двигатели воздушного охлаждения, которыми до этого она не занималась. Не рассчитывая в короткий срок получить собственную конструкцию, фирма купила у американской компании Прайт и Уитней право производства моторов этой компании марки „Хорнэт“. Осенью 1928 г. первый мотор, собранный на заводе BMW из американских частей, успешно прошел свое 50-часовое испытание на правительственной Испытательной станции в Адлерсгофе.

Фирма BMW предполагает изготовлять моторы „Хорнэт“ двух типов: BMW „Хорнэт“ 500 л. с. без редуктора и такой же точно мотор BMW „Хорнэт“ 500 л. с., но с редуктором типа Фарман (фиг. 46—49).

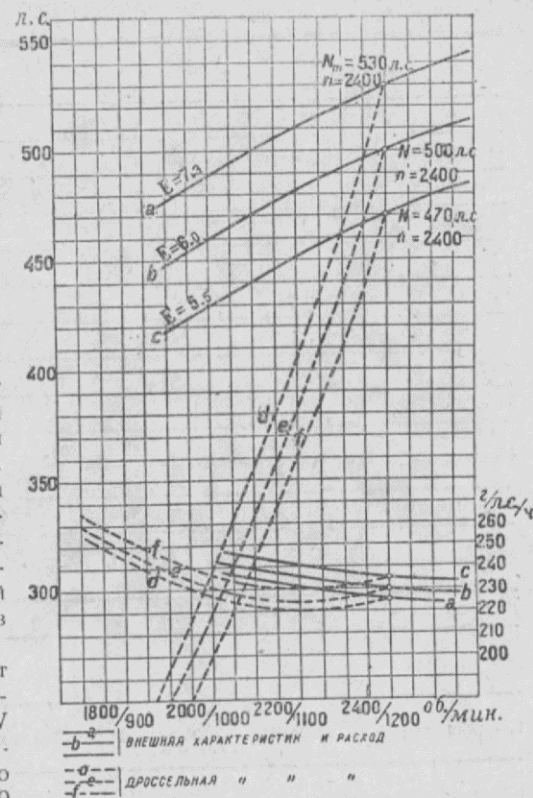
Сведения о конструкции основных деталей — см. в описании мотора „Хорнэт“ фирмы Прайт-Уитней.

Мотор BMW X

Сведения о моторе и его конструкции

В 1929 г. фирмой BMW был сконструирован новый авиамотор воздушного охлаждения, специально предназначенный для спортивной авиации. Этот новый двигатель BMW X (фиг. 51) является уменьшением двигателя „Хорнэт“, строящегося BMW по лицензии.

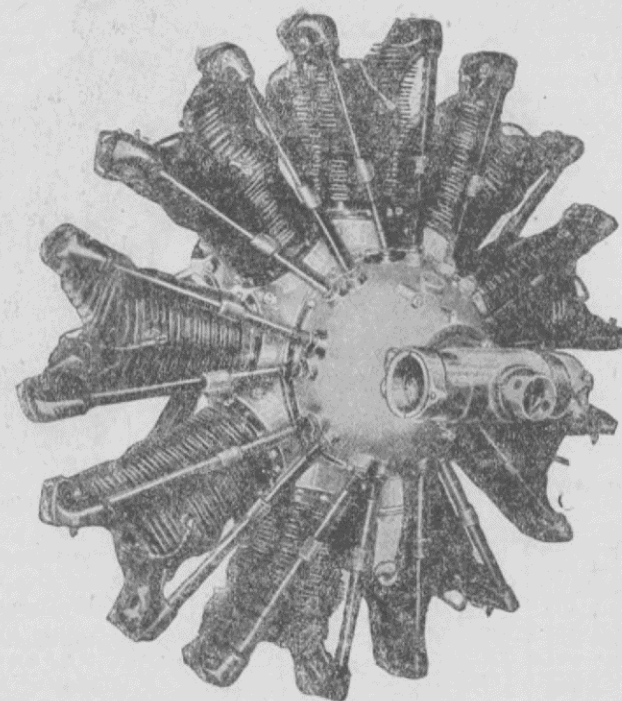
Картер мотора слит из электроны и состоит из пяти частей: передняя часть картера несет на себе редуктор типа Фарман, средняя часть картера несет детали распределения и служит опорой для цилиндров, промежуточная часть картера представляет собой вторую опорную плоскость для фланцев цилиндров, задняя крышка служит для крепления



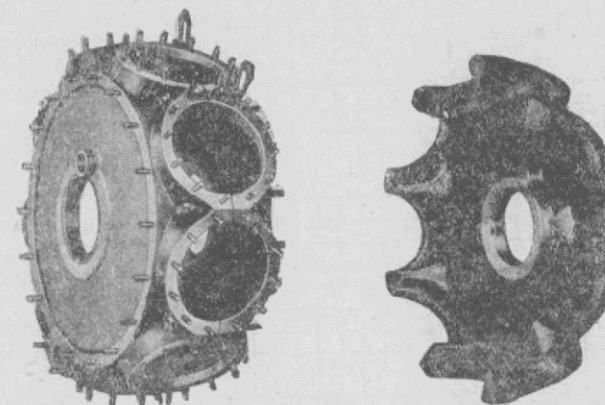
Фиг. 45. Характеристика мотора BMW VIII D (проектная).

Основные данные мотора BMW „Хорнэт“

	BMW „Хорнэт“	BMW „Хорнэт“ U
Число и расположение цилиндров	9 звездой	9 звездой
Охлаждение мотора	воздушное	воздушное
Диаметр цилиндра <i>D</i> мм	155,57	155,57
Ход поршня <i>S</i> мм	161,92	161,92
Отношение <i>S/D</i>	1,4	1,4
Рабочий объем мотора л	27,71	27,71
Рабочий объем цилиндра л	3,08	3,08
Степень сжатия	5,25	5,25
Номинальная мощность для гражданских л. с.	500	500
Номинальное число оборотов мотора в минуту	1900	1900
Максимальная мощность для военных целей л. с.	525	525
Максимальное число оборотов мотора в минуту	2100	2100
Вес мотора без втулки, самопуска, подогревателя кг	345	365
Вес на силу по <i>N</i> ном. кг/л. с.	0,69	0,73
по <i>N</i> макс.	0,658	0,695
Средняя скорость поршня по <i>n</i> ном. м/сек	10,25	10,25
по <i>n</i> макс.	11,32	11,32
Среднее эффективное давление по <i>N</i> макс. ат	8,1	8,1
по <i>N</i> ном.	8,5	8,5
Цилиндровая мощность по <i>N</i> макс. л. с./цил.	58,4	58,4
по <i>N</i> ном.	55,5	55,5
Литровая мощность по <i>N</i> макс. л. с./л	18,9	18,9
по <i>N</i> ном.	18,05	18,05
Литровый вес кг/л	12,45	13,2
Удельный расход горючего г/л. с. ч.	250	250
Удельный расход масла г/л. с. ч.	16	16
Вес втулки винта для двухлопастн. металлич. винта кг	11,6	11,6
для трехлопастн. металлич. винта	19	19
Рекомендуемый сорт горючего бензол	40	40
бензин	60	60
Длина мотора мм	1134	1475
Наибольший диаметр мотора мм	1391	1391



Фиг. 46. Общий вид мотора BMW „Хорнэт“.



Фиг. 47. Картер мотора BMW „Хорнэт“.