

*Е.В. Белоусов, Ф. Билье (P. Billier)*

### ФРАНЦУЗСКИЙ ИНЖЕНЕР SABATHE LOUIS GASTON И ЕГО РОЛЬ В СОЗДАНИИ ДВИГАТЕЛЕЙ СО СМЕШАННЫМ ПОДВОДОМ ТЕПЛОТЫ

*Практически сразу после создания Рудольфом Дизелем своего «рационального» двигателя были предприняты попытки к его усовершенствованию. Поскольку в конце девятнадцатого, начале двадцатого века как научная система теория двигателей внутреннего сгорания еще не сформировалась, единых подходов к оценке нововведений, предложенных отдельными инженерами и учеными, также не существовало. В этой связи периодически возникали споры и судебные разбирательства, связанные с признанием приоритета на конкретную конструкцию или предложенный принцип работы за конкретным автором. В первую очередь это было связано с возможностью получения материальной выгоды от внедрения запатентованного нововведения в производство. Следует отметить, что связанные с выгодой судебные разбирательства и информационные компании не всегда были объективными, да и развитие прогресса на рубеже веков было настолько стремительным, что одни и те же идеи приходили в головы сразу нескольким независимым друг от друга изобретателям, а одни и те же открытия делались в разных частях света разными учеными. К началу двадцатого века накопленный опыт, а также теоретические и экспериментальные исследования показали, что значительно улучшить характер протекания рабочего процесса поршневых двигателей можно, заменив изохорный или изобарный подвод теплоты в процессе сгорания топлива на комбинированный с подводом теплоты сначала при постоянном объеме (по изохоре), а затем при постоянном давлении (по изобаре). На приоритет в разработке такого цикла претендовали сразу три ученых – Густав Тринклер, Мирон Зайлегер и Луи Гастон Сабатэ. Каждый из них пришел к этому решению разными путями, и каждый внес свой вклад как в становление теории рабочих процессов поршневых двигателей, так и в становление двигателестроения в целом. Именно такому вкладу, сделанному французским инженером Луи Гастоном Сабатэ, посвящена данная статья.*

**Ключевые слова:** судовые двигатели; цикл со смешанным подводом теплоты; цикл Сабатэ.

#### Введение

В продолжение всего XX века соревнования разных идеологий накладывали свой отпечаток на восприятие многих сфер человеческой деятельности. Не остались в стороне от этих процессов и вопросы, связанные с историей создания тепловых двигателей внутреннего сгорания. В разных странах делались акценты на приоритетности отдельных достижений, связанных с представителями этих стран, а достижения других ученых и инженеров или вообще игнорировались или упоминались вскользь как незначительные или не доведенные до конца. Ярким примером такого идеологического противостояния являются вопросы, связанные с идентификацией термодинамических циклов поршневых ДВС. Если в отношении циклов с подводом теплоты по изохоре и изобаре особых противоречий в среде специалистов не возникает (за ними прочно закрепились названия циклов Отто и Дизеля), то в отношении цикла со смешанным подводом теплоты такого единого мнения не существует и по сегодняшний день.

На постсоветском пространстве и в ряде стран восточной Европы создание такого цикла связывают с именем Густава Васильевича Тринклера (Trinkler cycle), в Германии и Голландии с именем Мирона Павловича Зайлегера (Seiliger cycle), во Франции и Италии с именем Луи Гастона Сабатэ (Sabathe cycle). И если о вкладе в развитие мирового двигателестроения Тринклера Г.В. информации достаточно много [1], о вкладе Зайлегера М.П. ин-

формация хоть и в ограниченном количестве все-таки имеется [2], то о вкладе Сабатэ Л.Г. она практически отсутствует, как, впрочем, до недавнего времени ничего не было известно и о нем самом.

**Целью данной работы является** – установить отдельные факты биографии Л.Г. Сабатэ и высветить его вклад в историю становления мирового двигателестроения.

#### Актуальность исследования

Современная история поршневого двигателестроения насчитывает чуть более полутора веков. Она формировалась в эпоху, когда уже широко использовались средства распространения и фиксации информации, поэтому вклад каждой исторической персоны в становление отрасли может быть отследен и оценен. Благодаря этому нам известны многие имена людей, внесших весомый вклад в практику и теорию поршневых двигателей [2]. Однако в истории современного двигателестроения есть и «белые пятна» – люди, чьи имена известны каждому, кто связан с двигателями внутреннего сгорания, однако какой-либо информации о них в широком доступе нет. К числу таких имен можно отнести американского инженера Ральфа Миллера (Ralph Miller), адаптировавшего в 1954 году цикл Джеймса Актинсона (James Atkinson) к двигателю с классическим кривошипно-шатунным механизмом [3]. Но наиболее загадочной фигурой в истории отрасли до недавнего времени оставалась фигура французского инженера Луи Гастона Сабатэ, внесшего значительный вклад в развитие теории и

практики использования в двигателях с воспламенением от сжатия комбинированного термодинамического цикла, который во многих странах носит его имя.

В данной работе авторы не ставят своей задачей подтвердить или опровергнуть приоритет Сабатэ на использование данного цикла. Ознакомившись с собранным авторами материалом, каждый сможет сделать выводы самостоятельно.

На протяжении нескольких лет разрозненная информация об этом ученом и инженере собиралась буквально по крупицам, но каких-либо заметных успехов в этом направлении достигнуто не было. Если отдельные публикации начала века о двигателях Сабатэ, патенты и рекламные статьи можно было найти, то информации о нем самом никто предоставить не мог. Не помогали даже обращения в Национальную библиотеку Франции, библиотеки ведущих французских университетов и музеев. Так продолжалось до тех пор, пока к этой работе не присоединился Филипп Билье (Philippe Billier), президент «Музея моторов», расположенного во французском городе Самур («Le Musée du Moteur» de Saumur) [4]. Именно его усилиями и усилиями его коллег удалось разыскать информацию о жизни и работе этого незаурядного человека, которую мы и хотим представить вашему вниманию в нашей интерпретации.

#### Результаты исследования

**Сабатэ Луи Гастон** (Sabathe Louis Gaston), родился 3 апреля 1877 в коммуне Вик-Фезенсак (Vic-Fezensac), район Ауч (d'Auch) департамента Герс (Gers) недалеко от Тулузы (Toulouse) в семье 33-летнего фермера Гийома Сабатэ (Guillaume Sabathé) и его супруги 20-летней Мари (Marie). Об этом в книге регистрации актов гражданского состояния мэром муниципалитета Месилхоном Сивайном (Mecilhon Sylvain) в присутствии свидетелей была сделана соответствующая запись (рис. 1). При рождении ребенку было дано имя Луи (Louis). Позже в переписном листе его запишут под именем Гастон (Gaston), а уже будучи взрослым он будет подписываться именем Луи Гастон (Louis Gaston).

В 1891 ребенка отдали учиться в школу-интернат при профессиональной школе в городе Эйре (Aire) на юго-востоке Франции, где он получал муниципальную стипендию.

После окончания учебы молодой Сабатэ перебирается в Париж (Paris), где селится по адресу улица Vaugirard, дом 114 и начинает работать в компании «Les Industries Biologiques», которая, несмотря на свое название, была задействована в основном в производстве продукции для военного ведомства Франции. Вскоре таланты молодого ин-

женера были достойным образом оценены, и он становится членом механической и авиационной секций Технического отдела Департамента изобретений. Сабатэ предлагают работу над новыми типами боеприпасов, системами управления для подводных лодок и самолетов. Вскоре он обращает свое внимание на быстро развивающуюся отрасль – производство поршневых двигателей внутреннего сгорания для военных и гражданских судов и подводных лодок.

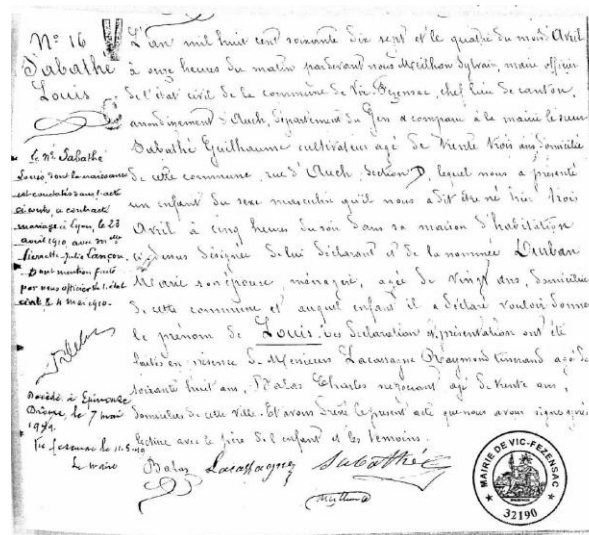


Рис. 1. Запись в книге регистрации актов гражданского состояния о рождении Луи Сабатэ

Быстро развивающийся подводный флот требовал принципиально новых подходов к выбору и проектированию силовых установок, которые обеспечивали бы движение судна под водой. Сабатэ одному из первых приходит мысль использовать для этих целей поршневые двигатели внутреннего сгорания. Для этого он разрабатывает конструкцию и принцип действия двигателя с замкнутым газовым циклом, в котором в качестве рабочего тела используется инертный газ, а окислитель и топливо вводятся в рабочий цилиндр в конце такта сжатия [4]. После осуществления рабочего процесса отработавший газ должен был очищаться от продуктов сгорания и повторно использоваться в двигателе. Окислитель (кислород) предлагалось хранить в баллонах под давлением или получать его на борту химическими методами, например, разложением щелочных пероксидов в присутствии воды.

Документов, подтверждающих то, что данный столь смелый для своего времени проект удалось осуществить, обнаружить не удалось. Очевидно, столкнувшись с серьезными трудностями, Сабате

был вынужден вернуться к более традиционным методам организации рабочих процессов, основанных на использовании в качестве рабочего тела атмосферного воздуха. Однако и при традиционном методе использования дизельных двигателей для привода судовых движителей инженеры также сталкивались с целым рядом новых, на тот момент малоизученных проблем, за решение которых и берется Сабатэ.

Дело в том, что все дизельные двигатели в то время были компрессорными и для подачи топлива в рабочий цилиндр использовался сжатый воздух. При работе двигателя по винтовой характеристике, когда регулирование мощности осуществляется изменением частоты вращения, снижение оборотов приводило к уменьшению производительности воздушного компрессора, которая в конечном итоге не покрывала расход воздуха на вдувание топлива [6-8]. Для решения этой проблемы Сабатэ разрабатывает систему регулирования подачи воздуха в зависимости от режима работы двигателя. Для сохранения высокой эффективности и снижения расхода топлива он предлагает разбить процесс его подачи на два этапа – первый впрыск с большим углом опережения, что обеспечивает сгорание первой порции почти при постоянном объеме, а второй впрыск, – когда поршень начинает двигаться из

ВМТ в НМТ. По мере снижения нагрузки на двигатель величина второго впрыска сокращается вплоть до полного прекращения второй подачи, при этом количество расходуемого воздуха уменьшается. Такой подход позволял регулированием величины первой подачи ограничивать максимальное давление цикла на уровне 50 атм. (5,0 МПа), а изменением второй – регулировать мощность двигателя, увеличивая или уменьшая изобарный участок подвода теплоты на линии сгорания.

При снижении нагрузки, в результате постепенного уменьшения величины второй подачи, двигатель переходил на работу по циклу, близкому к циклу Отто, сохраняя высокое значение максимального давления.

На рис. 2 представлен эскиз разработанной Сабатэ форсунки для осуществления цикла со смешанным подводом теплоты (патент США №975640 от 15.11.1910) [9]. Ранее аналогичный патент был получен в ряде других стран, включая Францию и Россию (1905 и 1908). Как и в большинстве патентов того времени, Сабатэ запатентовал не сам цикл, а конкретную конструкцию. Тем не менее, в своем патенте он четко указывает, что данная конструкция позволяет организовать подвод теплоты сначала по изохоре, а затем по изобаре, то есть по комбинированному циклу (рис. 2).

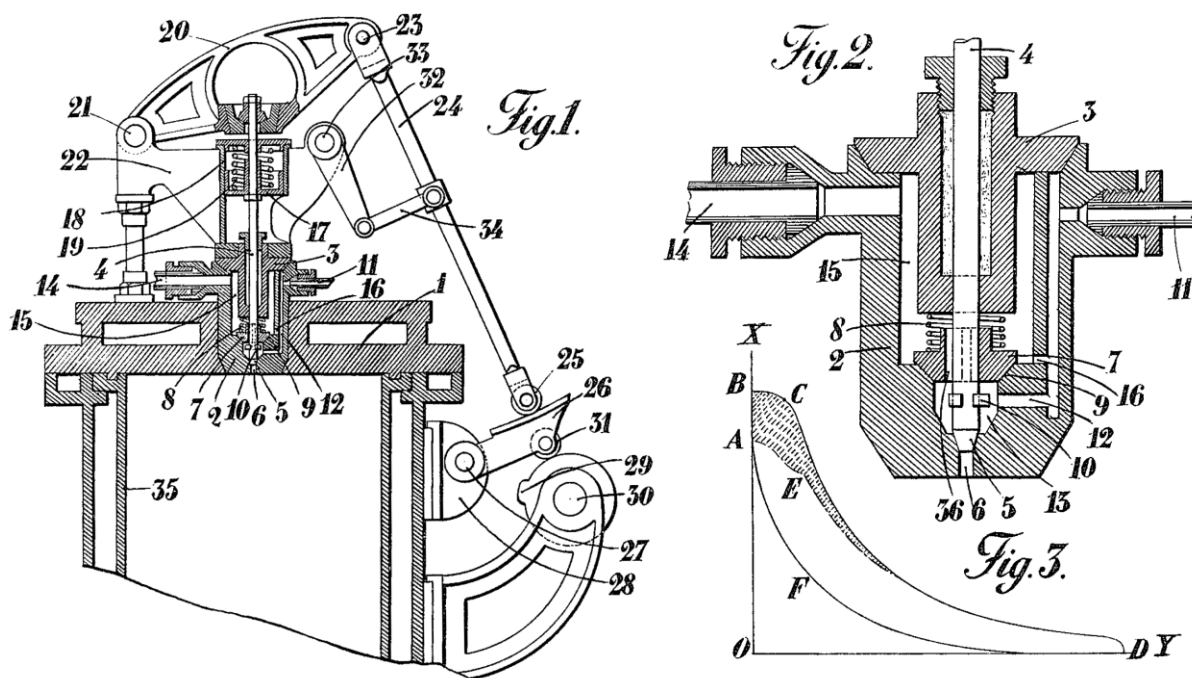


Рис. 2. Конструкция форсунки двигателя Сабатэ для организации цикла с комбинированным подводом теплоты и способы организации рабочего процесса при работе на различных нагрузках

На практике принцип двух последовательных подач реализовывался следующим образом [9]: отмерянная специальным дозирующим насосом низкого давления цикловая порция топлива по ка-

налу 11 поступала в полость форсунки в периоды между впрысками. Если нагрузка двигателя была неполной, цикловая порция не превышала объем полости 13, которая отделялась от рабочего цилинд-

дра с помощью игольчатого клапана 5, выполненного как одно целое со штоком 4. Если цикловая подача топлива превышала объем полости 13, часть топлива заполняла кольцевой зазор над подпружиненным дополнительным клапаном 7. По каналу 14 в корпус форсунки поступал предварительно сжатый воздух, который по каналу 36 в корпусе подвесного клапана 7 поступал в полость 13. При приближении поршня к ВМТ кулачек привода форсунки набегал на толкатель и через систему рычагов поднимал шток 4, открывая тем самым клапан 5. При этом часть топлива, сосредоточенная в полости 13, под давлением сжатого воздуха вдувалась в рабочий цилиндр, обеспечивая подвод теплоты при постоянном объеме. При дальнейшем подъеме штока 4 упоры 10, расположенные на нем, открывали подвесной клапан, и вторая порция топлива из кольцевого зазора вместе со сжатым воздухом поступала в камеру сгорания, когда рабочий поршень уже начинал свое движение вниз, обеспечивая подвод теплоты по изобаре.

Таким образом, в двигателях Сабатэ целенаправленно был реализован цикл со смешанным подводом теплоты, который ранее был получен в двигателях, построенных Тринклером Г.В. И если вопрос о том, кому же принадлежит приоритет на цикл со смешанным подводом теплоты, остается дискуссионным, то первенство на использование разделенного впрыска топлива, безусловно, принадлежит Сабатэ [10].

Кроме того в двигателях Сабатэ была предусмотрена регулировка величины хода игольчатого клапана через систему, состоящую из толкателя 26, штанги 24 и рычага 20, что позволяло уменьшить расход воздуха на вдувание топлива на пониженных оборотах. Возможность сохранять высокие давления воздуха независимо от режима работы позволяла получать качественное распыливание топлива на режимах частичных нагрузок. Кроме того высокая эффективность рабочего процесса в двигателях Сабатэ при переходе на частичные нагрузки обеспечивалась тем, что при малых цикловых подачах подвод теплоты осуществлялся только по изохоре. С увеличением нагрузки, для ограничения максимального давления цикла, осуществлялся переход на комбинированный цикл (фиг. 3 на рис. 2) [8].

Чтобы производить двигатели собственной конструкции для нужд военно-морского флота, Сабатэ учреждает акционерное общество по производству двигателей, получившее название Société des Moteurs Sabathé, производственные мощности которого были арендованы на фабрике Шалеасьер (Usines de la Chaléassière), расположенной в городе

Сент-Этьенн (Saint-Etienne) департамента Лаура (Loire). Для сбора средств на учреждение нового производства были выпущены акции (рис. 3).



Рис. 3. Акции Société des Moteurs Sabathé

В то время Сент-Этьенн являлся крупным центром горнодобывающей промышленности с мощной индустриальной базой, ориентированной на удовлетворение нужд военного ведомства.

Сабатэ перебирается в этот город, забрав с собой молодую супругу Пьеретту Жюли Ланкон (Pierrette Julie Lancon), на которой он женился 23 апреля 1910 года в городе Лионе (Lyon) департамента Рона (Rhône). 15 сентября 1910 года у них рождается дочь, получившая имя Арлетт Мария Луиза (Arlette Marie Louise).

В конструкции двигателей Сабатэ, помимо нового способа организации подачи топлива в рабочий цилиндр, нашли место много оригинальных конструктивных решений. Так как в основном данные двигатели предполагалось использовать на военных судах и подводных лодках с ограниченным пространством машинного отделения, была разработана специальная конструкция картера двигателя, позволявшая производить замену деталей поршневой группы без полной разборки и демонтажа двигателя (рис. 4) и даже без снятия крышек рабочих цилиндров.

Последнее чрезвычайно важно для двигателей подводных лодок, имеющих жесткие ограничения по высоте машинного отделения [11, 12]. При этом нужно было демонтировать часть стойки картера, закрывающую два мотылевых колодца, и через образовавшееся окно осуществить замену двух поршней, которая выполнялась приблизительно в течение шести часов. На поршнях устанавливались антифрикционные накладки, которые легко можно было заменить в случае их износа.

В период с 1910 по 1914 годы компания получает несколько заказов на постройку главных ре-



версивных и вспомогательных двигателей для привода дизель-генераторов как для военно-морского флота, так и для гражданских судов. В частности, этими двигателями оснащалась серия французских подводных лодок класса Arago Q86 [13].

Поперечный разрез шестицилиндрового главного двигателя фирмы Société des Moteurs Sabathé приведен на рис. 4, а его общий вид в судовом исполнении приводится на рис. 5 [11].

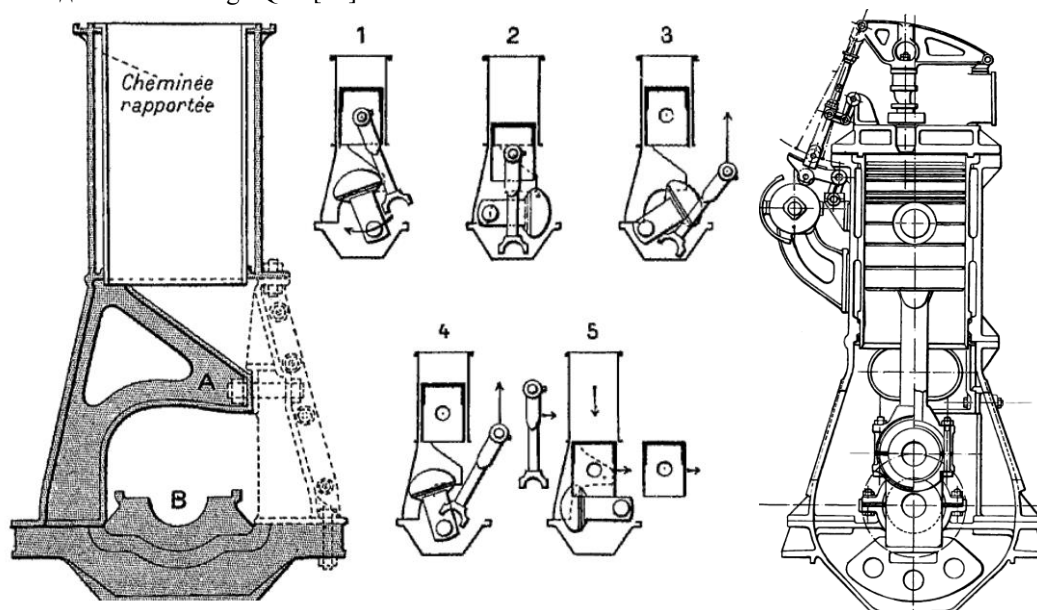


Рис. 4. Конструкция картера двигателя со съемной боковой стойкой, позволяющая осуществлять выемку поршней без снятия крышек цилиндров, и поперечный разрез двигателя

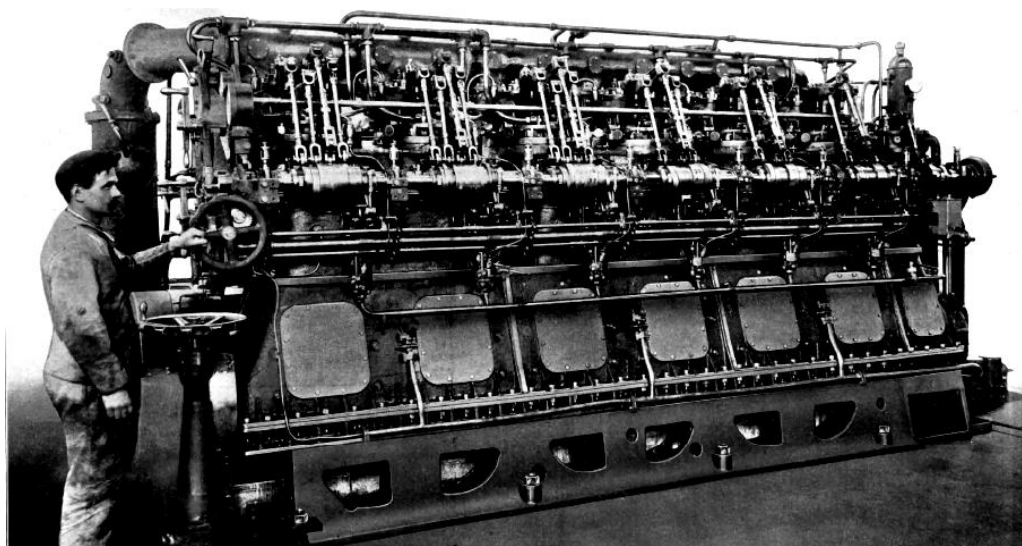


Рис. 6. Судовой реверсивный четырехтактный шестицилиндровый двигатель морского назначения мощностью 1000 л.с. (736 кВт) при частоте вращения 300 мин<sup>-1</sup>

На момент постройки главные двигатели Société des Moteurs Sabathé имели самые низкие показатели по расходу топлива 185 г/(л.с.·ч), а их удельный вес составлял 24...30 кг/(л.с.·ч), что для того времени было очень хорошим показателем. Двигатели изготавливались в четырех-, шести- и восьмицилиндровом исполнении и имели одинаковый ход и диаметр цилиндра равный 350 мм. Ци-

линдровая мощность составляла 120...175 л.с. Время на реверсирование не превышало 12 с, запуск осуществлялся сжатым воздухом.

Помимо главных, фирма строила трехцилиндровые вспомогательные двигатели, предназначенные для привода электрогенераторов мощностью 50 л.с. при частоте вращения 600 мин<sup>-1</sup>, удельный расход топлива у которых составлял 215 г/(л.с.·ч).

Кроме судовых фирма изготавливала и стационарные двигатели как для внутреннего рынка, так и для поставок в другие страны. Накануне первой мировой войны был заключен контракт на поставку таких двигателей в Российскую империю, однако был ли этот заказ выполнен или этому помешала война, информации нет.

С началом первой мировой войны Сабатэ прекращается на разработку принципиально нового на тот момент вида вооружений – танков. Со своим коллегой Амеди-Пьером Варле (Amedee-Pierre Varlet) они разрабатывают ряд проектов для фирмы Delahaye, в том числе и оригинальный сочлененный танк повышенной проходимости, который, впрочем, дальше модели не пошел [14]. Кроме танков Сабатэ разрабатывает минометы, автоматические пушки и боеприпасы к ним, а также другие виды оружия. По окончании первой мировой войны, продолжая работать в области вооружений совместно с Мари-Жозефом-Исидором-Ксавье де Весеном (Marie-Joseph-Isidore-Xavier de Vésin), в феврале 1929 года он создает компанию Société de Mécanique Générale, тоже работающую на рынке вооружений. Очевидно, с этим родом деятельности и связана та закрытость, которой окружена личность этого без сомнения талантливого инженера.

Судя по выданным патентам на различного рода усовершенствования вооружений, в межвоенный период к работе над двигателями Сабатэ больше не возвращался.

Умер Сабатэ 7 мая 1949 в городке Эспиноузе (Espinouze) департамента Дром (Drôme).

### Выводы

По прошествии чуть более 150 лет со времени изобретения двигателей внутреннего сгорания, вопросы приоритетов, очевидно, утратили свою актуальность. Давно истекли действия патентов, служивших предметом финансовых споров между отдельными изобретателями. Глобализация мировой экономики и интернационализация науки привели к ослаблению национал-патриотических настроений в области приоритетности закрепления научно-технических достижений за конкретными нациями. Сегодня приходит понимание того, что все достижения являются результатом кропотливого труда огромного числа ученых, инженеров, рабочих, организаторов производства независимо от их национальной принадлежности.

Возвращаясь к вопросу вклада того или иного специалиста, сегодня правильной всего будет ставить вопрос не о том, кто же был первый, а приложить все усилия, чтобы вклад каждого в развитие отрасли был объективно изучен и оценен. Данное

исследование, по мнению авторов, является малой частью большой работы, к которой должны присоединиться другие ученые, чтобы написать подлинную историю создания тепловых двигателей.

### Список литературы:

1. Матвеев Ю.И. Развитие и распространение дизелей в России. К 100-летию русской привилегии Г.В. Тринклера на дизельный двигатель. / Ю.И. Матвеев, Е.И. Андрусенко: Н. Новгород: ФГОУ ВПО «ВГАВТ», 2010. – 166 с.
2. Белоусов Е.В. К 100-летию пуска на воду первого в мире океанского теплохода «Зеландия» / Е.В. Белоусов, Н.Н. Кобыakov // Двигатели внутреннего сгорания. – 2012. – № 1. – С 143-149.
3. Белоусов Е.В. Цикл Миллера и его реализация в судовых дизельных двигателях. / Е.В. Белоусов, В.В. Чернявский // Двигатели внутреннего сгорания. – 2013. – № 1. – С 127-132.
4. Voici le premier Musée entièrement consacré au Moteur Thermique. [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.museedumoteur.fr/index.php/le-musee> (дата обращения 24.04.2021)
5. USA Pat. 883240. Internal combustion engine. / Sabathe. L.G.; 1913.
6. The Diesel Engine. Busch-Sulzer Bros. – Diesel Engine Co. Saint Louis, 1913. – 118 p.
7. Chalkley, A.P. Diesel engines for land and marine work. / A.P. Chalkley – New York, D. Van Nostrand Company, 1916. – 524 p.
8. Goldingham, A.H. Marine and stationary Diesel engines described and illustrated with numerous original formulae for their design and instructions for installation and operation / Goldingham A.H. – New York, Spon & Chamberlain, 1915. – 206 p.
9. USA pat., 975640. Internal combustion engine and method of operating the same / Sabathe L.G.; 1908.
10. Белоусов, Е.В. Топливные системы современных судовых дизелей: учебник для ВУЗов / Е.В. Белоусов. – Санкт-Петербург: Издательство «Лань», четвертое, стереотипное, 2019. – 256 с.
11. Séailles, J.C. Le moteur Sabathé a combustion mixte. / J.C. Séailles // La Nature. Revue des sciences et de leurs applications aux arts et à l'industrie, Paris. – 1912. – P. 107-110.
12. New french high compression motor. The Engineer July 14, 1911. – pp. 49-52.
13. Arago (Schiff, 1913) [Электронный ресурс] Режим доступа: [https://de.wikipedia.org/wiki/Arago\\_\(Schiff,\\_1913\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Arago_(Schiff,_1913)) (дата обращения 24.04.2021)
14. Delahaye's Tank [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://tanks-encyclopedia.com/ww1-france-delahayes-tank/> (дата обращения 24.04.2021).

### Bibliography (transliterated):

1. Matveev, Yu.I., Matveev, Yu.I., Andrusenko, E.I. (2010), Development and distribution of diesel engines in Russia. To the 100th anniversary of the Russian privilege of G.V. Trinklert on a diesel engine. [Razvitiye i rasprostraneniye dizelei v Rossii. K 100-letiyu russkoi privilegii G.V. Trinklera na dizel'nyi dvigatel.], N. Novgorod: FGOU VPO «VGAVT», 166 p.
2. Belousov, E.V. Kobayako, N.N. (2012), "To the 100th anniversary of the launch of the world's first ocean-going ship Zealand", Internal combustion engines ["K 100-letiyu spуска na vodu pervogo v mire okeanskogo teplokhoda «Zelandiya»", Dvigateli vnutrennego sgoraniya], № 1, pp. 143-149.
3. Belousov, E.V. Chernyavskii, V.V. (2013), "Miller cycle and its implementation in marine diesel engines", Internal combustion engines ["Tsikl Millera i ego realizatsiya v sudovykh dizel'nykh dvigatelyakh"], Dvigateli vnutrennego sgoraniya], № 1, pp. 127- 132.
4. Voici le premier Musée entièrement consacré au Moteur Thermique. Availa-

ble at: <https://www.museedu-moteur.fr/index.php/le-musee> (accessed 24.04.2021). 5. Sabathe, L.G. 1913. Internal combustion engine. USA Pat. 883240. 6. Busch-Sulzer Bros.-Diesel Engine Co. (1913), *The Diesel Engine*. Saint Louis, 118 p. 7. Chalkley, A.P. (1916) *Diesel engines for land and marine work*, New York, D. Van Nostrand Company, 524 p. 8. Goldingham, A.H. (1915), *Marine and stationary Diesel engines described and illustrated with numerous original formulae for their design and instructions for installation and operation*, New York, Spon & Chamberlain, 206 p. 9. Sabathe, L.G. 1908. *Internal combustion engine and method of operating the same*. USA Pat. 975640. 10. Belousov, E.V.

(2019), *Fuel systems of modern marine diesel engines [Топливные системы современных судовых дизелей]* – изд. 4-е стереотипное, СПб.: «Лан'», 2019. – 256 p. 11. Séailles, J.C. (1912), *Le moteur Sabathé a combustion mixte*. *La Nature. Revue des sciences et de leurs applications aux arts et à l'industrie*, Paris, pp. 107-110. 12. *New French high compression motor*. (1911), *The Engineer* July 14, pp. 49-52. 13. Arago (Schiff, 1913) Available at: [https://de.wikipedia.org/wiki/Arago\\_\(Schiff,\\_1913\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Arago_(Schiff,_1913)) (accessed 24.04.2021) 14. *Delahaye's Tank* Available at: <https://tanks-encyclopedia.com/ww1-france-delahayes-tank/> (accessed 24.04.2021).

Поступила в редакцію 14.05.2021 г.

**Белусов Евгений Викторович** – доктор техн. наук, доцент, доцент кафедры эксплуатации судовых энергетических установок, Херсонская государственная морская академия, Украина, [ewbelousov67@gmail.com](mailto:ewbelousov67@gmail.com), <https://orcid.org/0000-0001-8185-8209>.

**Billier Philippe** – Président de l'Association Musée ou Moteur Saumur, [contact@museedumoteur.fr](mailto:contact@museedumoteur.fr).

### FRENCH ENGINEER SABATHE LOUIS GASTON AND HIS ROLE IN CREATION OF DUAL COMBUSTION CYCLE

*E. V. Bilousov, P. Billier*

Almost immediately after Rudolph Diesel created his "rational" engine, attempts were made to improve it. Since at the end of the nineteenth and the beginning of the twentieth century, the theory of internal combustion engines had not yet been formed as a unified scientific system, there were no unified approaches to assessing the innovations proposed by individual engineers and scientists either. In this regard, disputes and litigations periodically arose related to the recognition of priority for a specific design or the proposed principle of work for a specific author. First of all, this was due to the possibility of obtaining material benefits from the introduction of a patented innovation into production. It should be noted that profit-related litigation and information campaigns were not always objective, and the development of progress at the turn of the century were so rapid that the same ideas entered the heads of several independent inventors at once, but the same discoveries were made in different parts of the world by different scientists. By the beginning of the twentieth century, the accumulated experience, as well as theoretical and experimental studies have shown that it was possible to significantly improve the nature of the flow of the working process of piston engines by replacing the isochoric or isobaric heat supply in the process of fuel combustion with a combined one with heat supply, first at a constant volume (by isochore), and then at constant pressure (isobar). Three scientists - Gustav Trinkler, Myron Zaliger and Louis Gaston Sabathe claimed priority in the development of such a cycle. Each of them came to this decision in different ways, and each made his own contribution both to the formation of the theory of working processes of piston engines, and to the formation of engine building in general. It is to this contribution made by the French engineer Louis Gaston Sabathe that this article is devoted.

**Keywords:** marine engines; cycle with mixed heat supply; Sabathe cycle.

### ФРАНЦУЗЬКИЙ ІНЖЕНЕР SABATHE LOUIS GASTON І ЙОГО РОЛЬ В СТВОРЕННІ ДВИГУНІВ ЗІ ЗМІШАНИМ ПІДВЕДЕННЯМ ТЕПЛОТИ

*Є.В. Білусов, Р. Білієр*

Практично відразу після створення Рудольфом Дизелем свого «раціонального» двигуна, були зроблені спроби до його вдосконалення. Оскільки в кінці дев'ятого, початку двадцятого століття як наукова система теорія двигунів внутрішнього згоряння ще не сформувалася, єдиних підходів до оцінки нововведень, запропонованих окремими інженерами і вченими, так само не існувало. У зв'язку з цим періодично виникали суперечки і судові розгляди, пов'язані з визнанням пріоритету на конкретну конструкцію або запропонований принцип роботи за конкретним автором. В першу чергу це було пов'язано з можливістю отримання матеріальної вигоди від впровадження запатентованого нововведення у виробництво. Слід зазначити, що пов'язані з матеріальною вигодою судові розгляди і інформаційні компанії не завжди були об'єктивними, та і розвиток прогресу на рубежі століть був настільки стрімким, що одні й ті ж ідеї приходили в голови відразу декільком незалежним один від одного винахідникам, а одні і ті ж відкриття робилися в різних частинах світу різними вченими. До початку двадцятого століття накопичений досвід, а так само теоретичні та експериментальні дослідження показали, що значно поліпшити характер протікання робочого процесу поршневих двигунів можна, змінивши ізохоричне або ізобарне підведення теплоти в процесі згоряння палива на комбінований з підведенням теплоти спочатку при постійному об'ємі (по ізохорі), а потім при постійному тиску (по ізобарі). На пріоритет у розробці такого циклу претендували відразу три вчених – Густав Трінклер, Мирон Залігер і Луї Гастон Сабате. Кожен з них прийшов до цього рішення різними шляхами і кожен вніс свій внесок як у становлення теорії робочих процесів поршневих двигунів, так і в становлення двигунобудування в цілому. Саме такому вкладу, зробленому французьким інженером Луї Гастоном Сабате, присвячена ця стаття.

**Ключові слова:** суднові двигуни; цикл зі змішаним підведенням теплоти; цикл Сабате.