

# Автомобильная промышленность

АВТОМОБИЛЬНОЕ ДЕЛО  
 ТРАКТОРНОЕ ДЕЛО

№ 1 • 2005

1-2

Если бы мне попал дель катери 100 000 евро...  
 соблюдать не боялись...  
 соблюдать не боялись...  
 те предель претерпела...  
 «С не консулом» (с. 11 и консулом).  
 АЛННН.

1931

ИЗДАТЕЛЬСТВО

## 1930-2005



Автомобильная промышленность

Автомобильная промышленность

Автомобильная промышленность

Автомобильная промышленность

РОДИНА-МАТЬ ЗОВЕТ!

Адрес: Смоленск, Оросса, Сельскохозяйственная, Ленинград, Москва, Сталинград, Курск, Минск, Варшава, Будапешт.

Автомобильная промышленность

Автомобильная промышленность

Автомобильная промышленность

Автомобильная промышленность

1945-2001

56 Победы

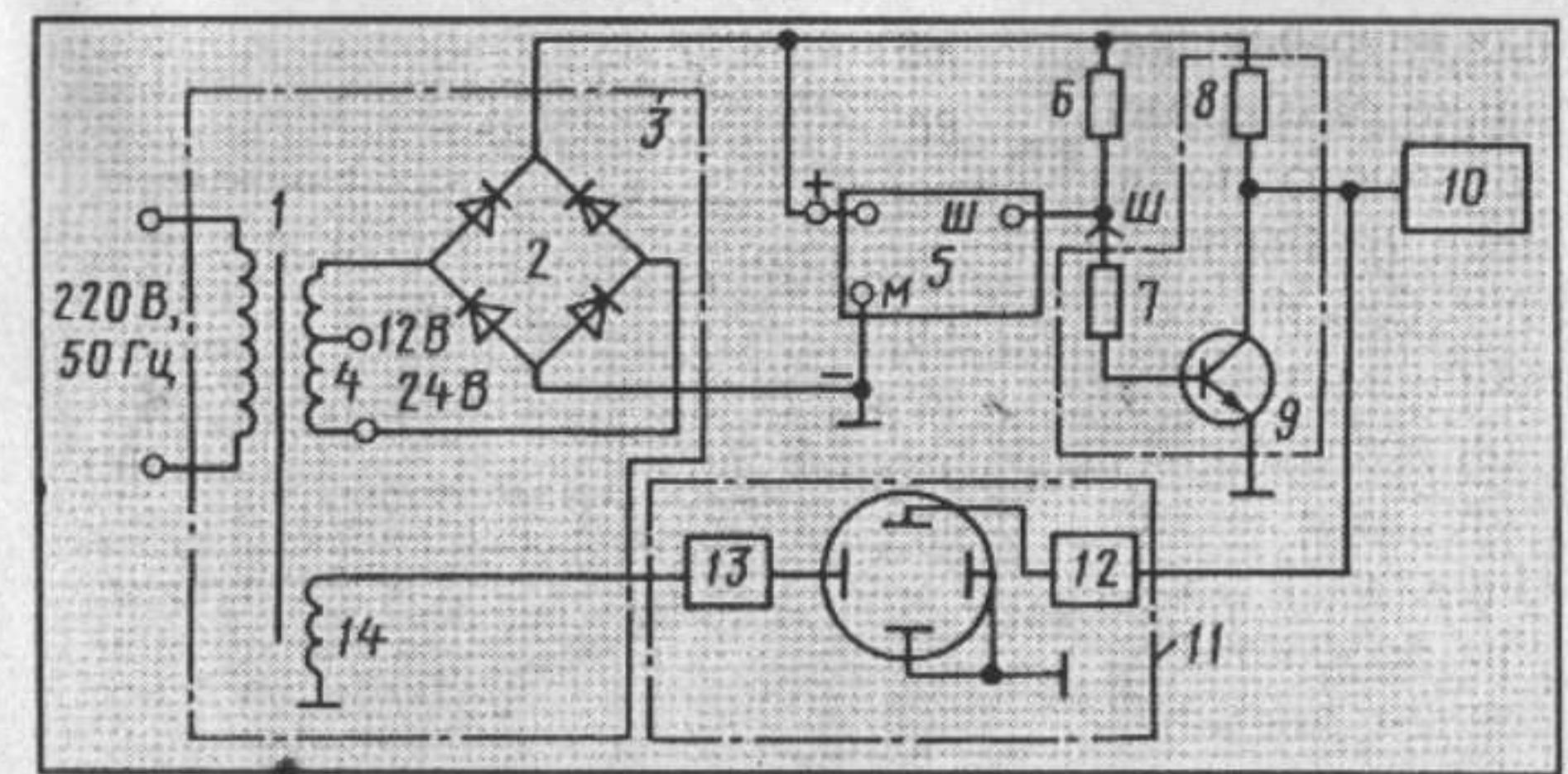


Рис. 3. Усовершенствованное устройство для контроля и исследований электронных регуляторов напряжения:  
 1-8 — обозначения те же, что и на рис. 1; 9 — транзистор; 10 — вольтметр; 11 — осциллографическое устройство; 12 — усилитель сигналов; 13 — усилитель развертки; 14 — дополнительная вторичная обмотка трансформатора

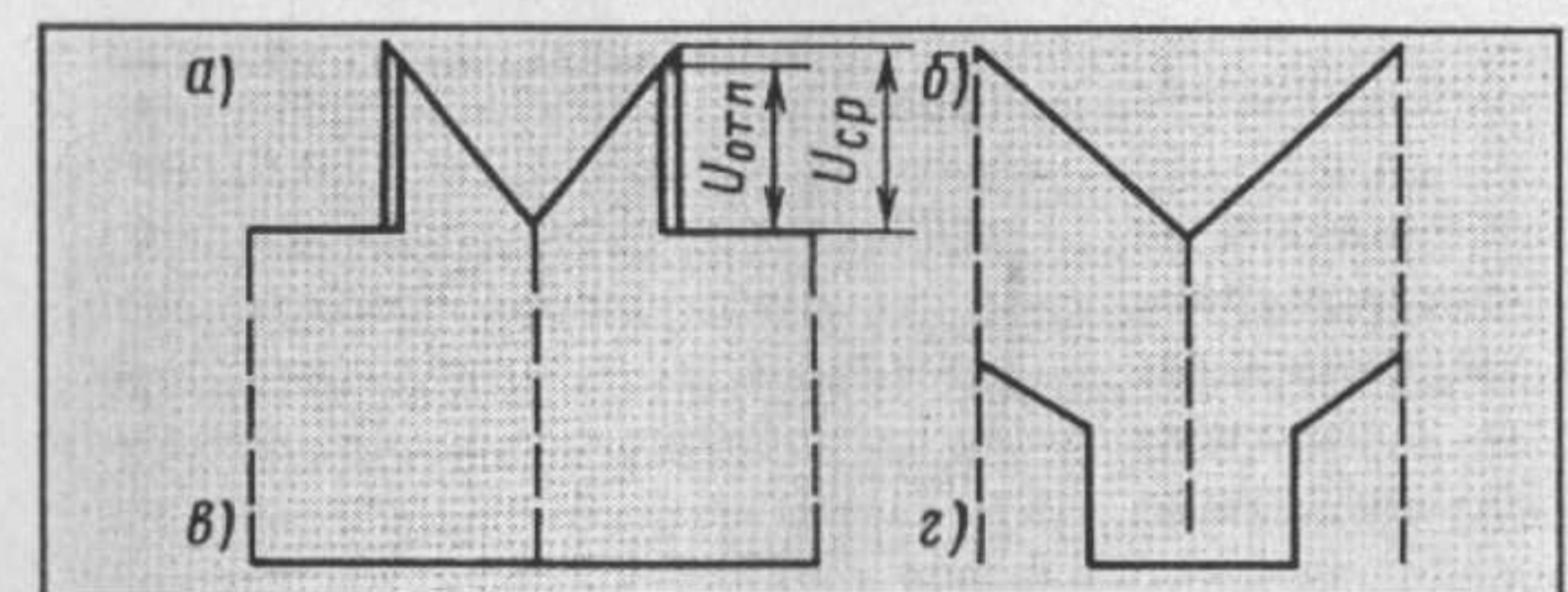


Рис. 4. Фигуры Лиссажу на экране осциллографа:  
 а — регулятор исправен; б, в и г — варианты неисправностей регулятора

усилителя 13 развертки осциллографического устройства.

Вольтметр 10, как и в предыдущем случае, регистрирует напряжение срабатывания проверяемого регулятора 5 напряжения. Одновременно импульсы с выхода усилительного каскада поступают на вход усилителя сигналов осциллографического устройства, на экране которого будут наблюдаться фигуры Лиссажу (рис. 4), характеризующие состояние регулятора. Так, при исправном регуляторе будет наблюдаться фигура, соответствующая рис. 4, а, на которой можно измерить напряжения  $U_{ср}$  срабатывания и отпускания  $U_{отп}$  регулятора (если они отличаются). Причем в случае наличия колебательных процессов число вертикальных линий на фигуре увеличивается. При неисправном регуляторе на экране осциллографа возникают фигуры, аналогичные показанным на рис. 4, б, в и г. Например, если пробит выходной транзистор регулятора или всегда открыт из-за неисправностей в предыдущих каскадах, на экране появится фигура, приведенная на рис. 4, б; если выходной транзистор в обрыве или закрыт из-за неисправностей в предыдущих каскадах, — это отобразит рис. 4, в. И т.д.

Таким образом, второй вариант рассмотренного способа диагностирования позволяет получить полную оценку технического состояния регулятора напряжения. То есть он, по существу, представляет собой не только диагностический, но и исследовательский инструмент.



### ТЕХНОЛОГИЯ, ОБОРУДОВАНИЕ, МАТЕРИАЛЫ

УДК 629.113/115.621.91

#### Новый способ изготовления змеевиков из оребренных труб для теплообменных аппаратов технологического оборудования

Канд. техн. наук Н.С. ЧЕРНОВ, д-р техн. наук Н.Н. ЗУБКОВ  
 ВАЗ, МГТУ имени Н.Э. Баумана

Происходящие в последние годы интенсивное обновление и расширение модельного ряда автомобилей ВАЗ потребовали новых решений и от служб, занимающихся технологической и конструкторской подготовкой их выпуска. В частности, создания более совершенных конструкций теплообменных аппаратов, применяемых в заново создаваемом технологическом оборудовании, а также — при модернизации и ремонте оборудования действующего. При этом необходимо было обеспечить оптимальное сочетание тепловой эффективности таких аппара-

тов, удобства их эксплуатации, возможно меньших капиталовложений и эксплуатационных расходов. Теория дает несколько способов решения перечисленных задач. Один из них — развитие (увеличение) площади поверхностей, контактирующих с теплоносителями, прежде всего за счет формирования ее макрорельефа, использование материалов с высоким коэффициентом теплопроводности и т.д. Но для одновременного выполнения остальных задач на ВАЗе пошли по ранее неизвестному автомобилестроителям пути — применили змеевиковые те-

плообменные поверхности из оребренных труб, изготавливая их методом деформирующего резания (пат. № 2087236, РФ). Методом, который обладает высокой производительностью, обеспечивает широкий диапазон типоразмеров получаемого макрорельефа и реализуется с помощью обычного металлорежущего оборудования инструментом простой формы. Только у него, в отличие от обычного резания, целью обработки становится получение заданной формы, точности и качества не поверхности детали, а подрезанного слоя (по сути — стружки).

Инструмент для деформирующего резания — типа проходного резца. Он имеет (рис. 1) геометрические параметры, исключающие разрушение припуска по линии проекции вспомогательной кромки. Материал поверхности слоя в этом случае подрезается главной режущей кромкой, а затем — передней поверхно-



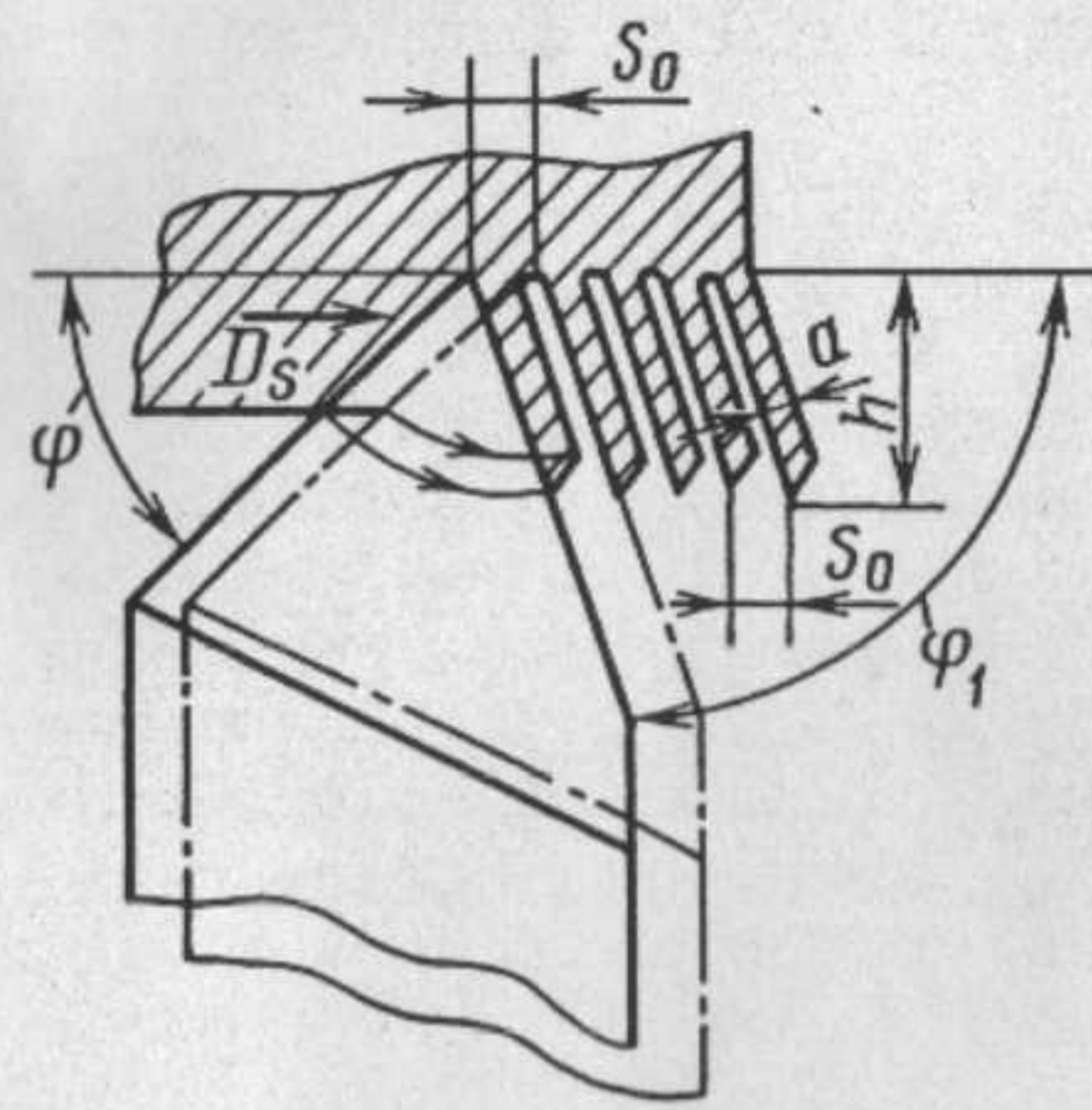


Рис. 1. Схема формообразования оребренных поверхностей

стью. Вспомогательная кромка, которая непосредственно не задействована в процессе резания, определяет окончательное положение подрезанного слоя на заготовке, т.е. наклон ребер. Обработка материалов, кроме алюминиевых сплавов, ведется без СОЖ. Площадь получаемой поверхности увеличивается, по сравнению с площадью неоребренной трубы, до 14 раз.

Эксплуатационные характеристики созданного таким образом теплообменного аппарата определяются высотой  $h$ , толщиной  $a$  ребер, шагом  $S_0$  оребрения и наклоном  $\phi_1$  ребер, величины которых, в свою очередь, зависят от геометрических параметров инструмента и режимов деформирующего резания.

Так, шаг оребрения задается величиной подачи инструмента на один оборот заготовки, толщина ребра — главным углом  $\phi$  инструмента в плане, наклон ребер — вспомогательным углом  $\phi_1$  инструмента в плане, высота ребер  $h$  — глубиной  $t$  резания при выбранном ранее главном угле инструмента в плане  $\phi$ . Причем специальными исследованиями установлено: минимально допустимое значение угла  $\phi$  при обработке заготовок из алюминия равно 15 град., меди и медных сплавов — 21, коррозионно-стойких сталей — 33, низко- и среднеуглеродистых сталей — 39 град.

Ребра змеевика теплообменника при рассматриваемом методе изготавливают на токарно-винторезных станках, что позволяет легко перенастраивать их для оребрения различных (диаметром 6 мм и более) типоразмеров заготовок. Причем

диаметр длинномерных трубных заготовок ограничен только размером отверстия шпинделя токарного станка. Внутренний диаметр трубы после получения на ней ребер не меняется, ее длина увеличивается не более чем на 1 %, а при остаточной толщине стенки свыше 1 мм — не более чем на 0,1 %. Наружный диаметр оребренной трубы возрастает, по сравнению с исходным диаметром заготовки, на величину, примерно равную высоте полученных ребер.

Таковы результаты экспериментальных исследований. Однако производительность процесса оребрения можно существенно повысить, применив многоинструментальную схему реализации метода деформирующего резания.

Оребрение труб выполняется на обычном токарно-винторезном станке с использованием специально заточенного инструмента и дополнительной оснастки. Производитель-

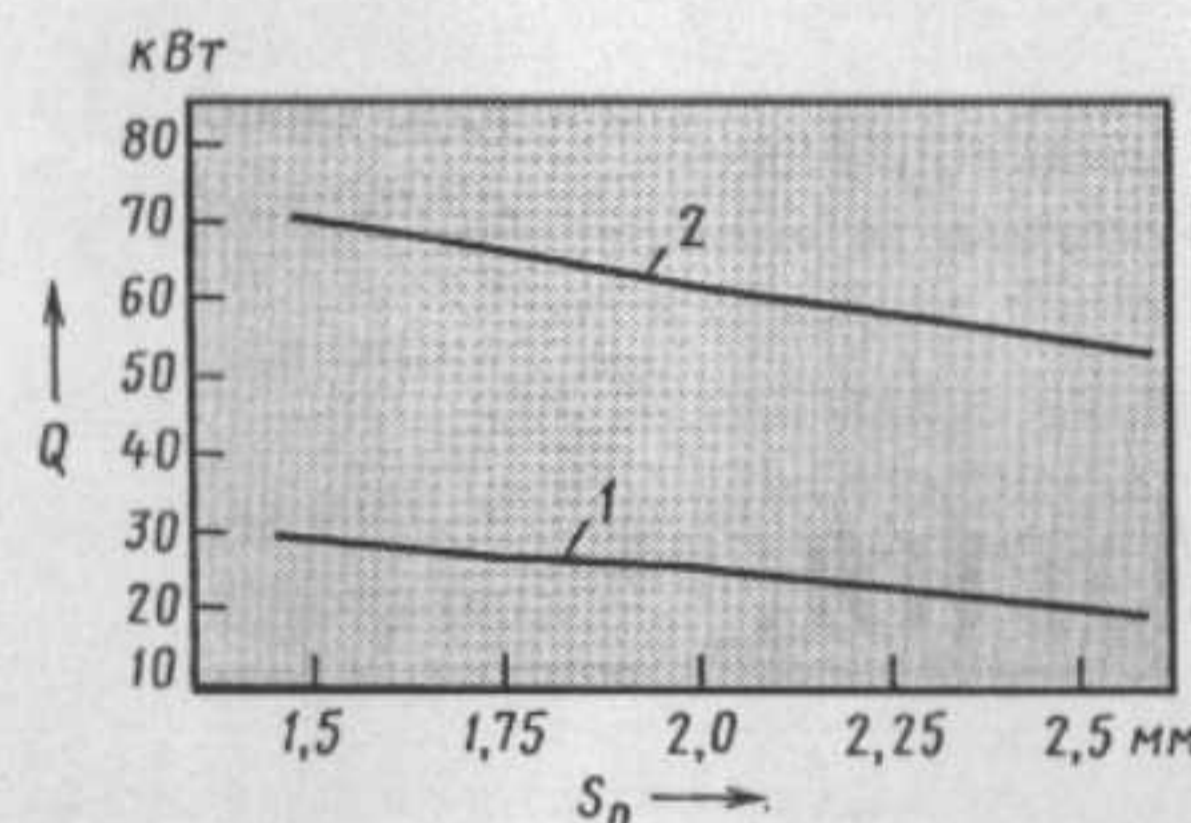


Рис. 2. Зависимость снимаемой с теплообменного аппарата тепловой мощности от шага оребрения и температуры охлаждающей среды ("вода—масло"):

1 — температура 328 К (55 °С); 2 — температура 363 К (90 °С)

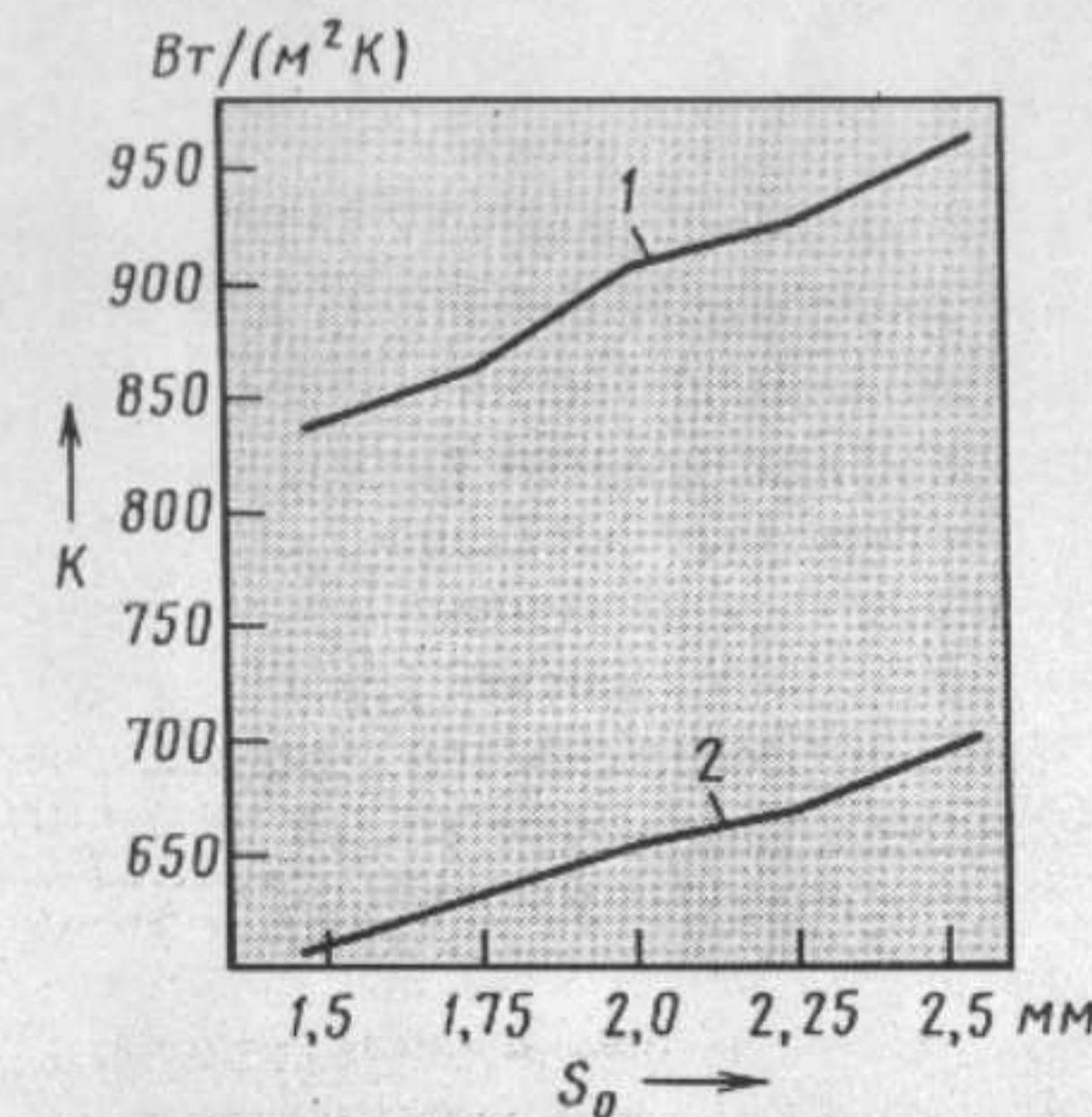


Рис. 3. Зависимость коэффициента теплопередачи от шага оребрения и температуры охлаждающей среды ("вода—масло"):

1 — температура 328 К (55 °С); 2 — температура 363 К (90 °С)

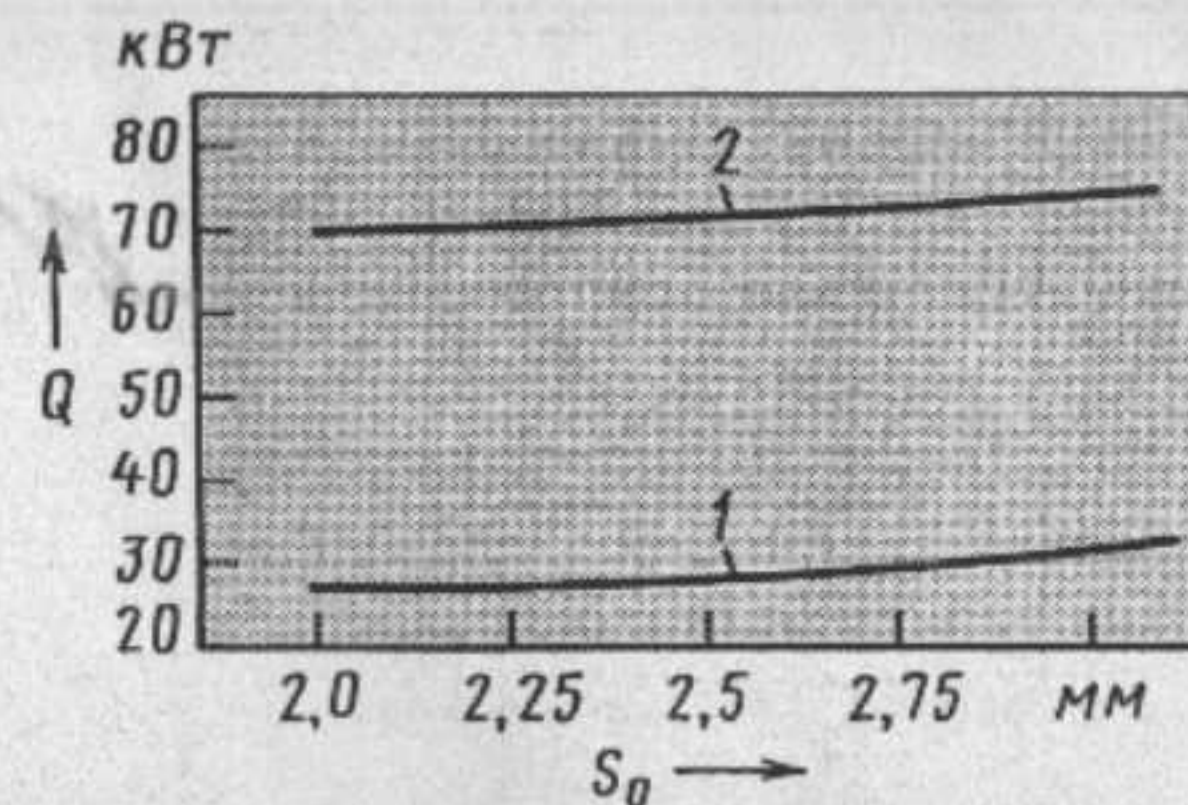


Рис. 4. Зависимость снимаемой с теплообменного аппарата тепловой мощности от высоты ребер и температуры охлаждающей среды ("вода—масло"):

1 — температура 328 К (55 °С); 2 — температура 368 К (90 °С)

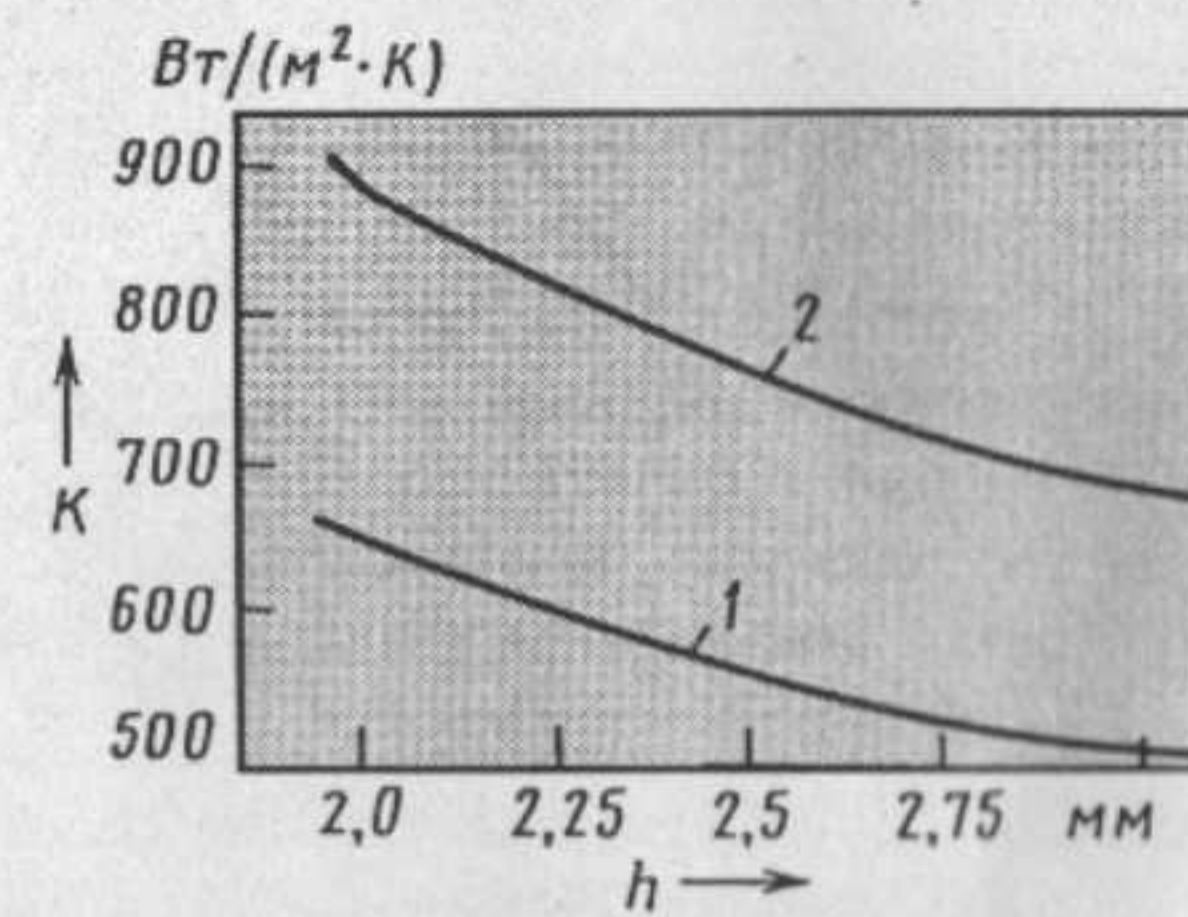


Рис. 5. Зависимость коэффициента теплопередачи от высоты ребер и температуры охлаждающей среды ("вода—масло"):

1 — температура 328 К (55 °С); 2 — температура 368 К (90 °С)

ность зависит от шага оребрения: например, при шаге 0,7 мм она составляет 4 м/мин. Ребра на длинномерных трубах диаметром 12, 16 и 20 мм можно выполнять с шагом от 0,4 до 2,5 мм, их высота — до 3 мм. Но наилучшими сочетаниями, по предварительным оценкам, признаны следующие:  $h = 2 \div 3$  мм  $S_0 = 1,5 \div 2,5$  мм. Однако дальнейшие исследования показали (рис. 2—5), что с точки зрения передаваемой тепловой мощности наиболее оптимальными параметрами оребрения нужно считать такие:  $S_0 = 1,5$  мм,  $h = 3$  мм,  $a = 0,75$  мм.

Выявились и другие полезные для практики закономерности.

Так, из рисунков следует, что с увеличением высоты ребра тепловая мощность  $Q$  аппарата возрастает (см. рис. 4), а коэффициент теплопередачи на поверхности ребер, наоборот, снижается. Причем снижается медленнее, чем увеличивается площадь теплообменной поверхности. Поэтому в целом тепловая мощность возрастает, поскольку она прямо пропорциональна и площади

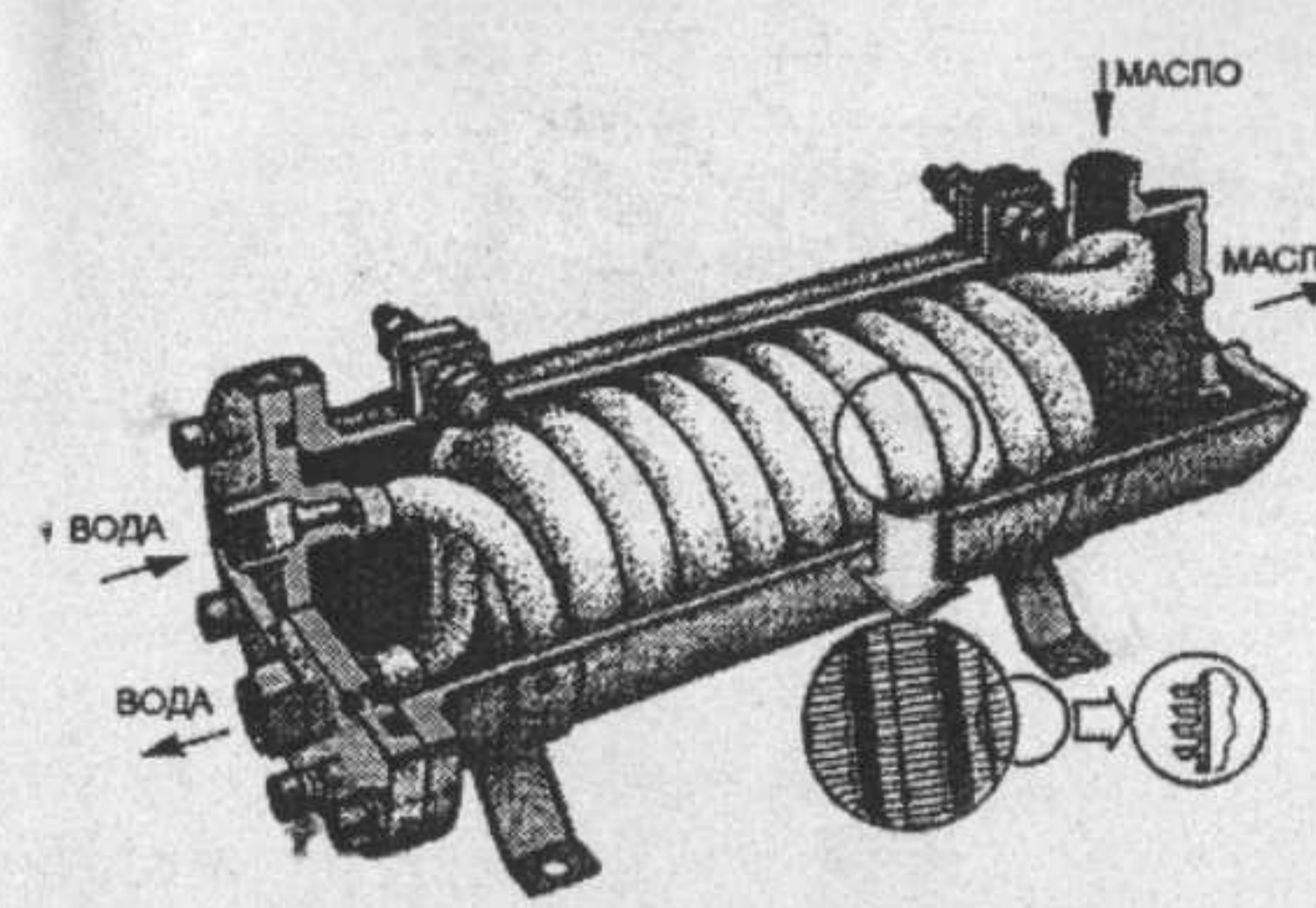


Рис. 6. Теплообменный аппарат со змеевиковыми радиаторами из оребренной трубы для гидросистем и систем смазки и охлаждения промышленного оборудования

теплообменной поверхности, и коэффициенту теплопередачи.

Из теории известно, что оптимальная высота ребер труб теплообменников составляет 0,2—0,5 диаметра трубы. Однако в случае деформирующего резания в силу технологических ограничений эту высоту для труб диаметром до 12 мм нужно принимать равной 1,5 мм, а для труб диаметром 20 мм — 3 мм.

Уменьшение шага ребер снижает конвективную теплоотдачу (коэффициент теплопередачи), так как у их основания образуются зоны со слабой циркуляцией потока (см. рис. 3). Правда, тепловая мощность теплообменника за счет роста площади его теплообменной поверхности все-таки несколько возрастает. В итоге по теории для змеевиков теплообменных аппаратов шаг ребер должен составлять 0,3—0,5 диаметра трубы. На практике же шаг ребер, изготавливаемых методом деформи-

рующего резания, рекомендуется брать равным 1,5—2,5 мм.

Исследования показали также, что змеевиковые теплообменные аппараты из труб, оребренных методом деформирующего резания, имеют тепловую эффективность на 28—40 % большую эффективности аналогичных аппаратов из труб, оребренных традиционными способами: поверхность теплопередачи, отнесенная к одному погонному метру змеевика, здесь составляет 0,3—0,5 м<sup>2</sup>/м, а у тепло-

обменников общепринятого назначения — 0,09—0,13. То есть в первом случае она получается в среднем в 3,6 раза выше.

Установлено и то, что интенсивность теплообмена в значительной степени зависит от материала трубы и толщины ребра: чем выше теплопроводность материала и чем он тоньше, тем больше коэффициент теплоотдачи оребренной поверхности. Поэтому применение медных и латунных труб с оребрением по методу деформирующего резания вполне оправданно как с точки зрения интенсификации теплообмена, так и снижения массогабаритных характеристик теплообменных аппаратов.

Оребрение, сформированное деформирующим резанием, выгодно и с точки зрения компоновки теплообменников. Например, оребренные данным способом трубы можно сгибать по радиусам, значительно меньшим, чем гладкие трубы, поскольку

часто расположенные ребра выполняют функцию элементов жесткости. Кроме того, такие трубы можно одновременно навивать двумя ветвями, что позволяет расширить область использования змеевиков в многоходовых, модульных теплообменниках с односторонним входом и выходом охлаждающей среды, уменьшить их габаритные размеры.

Результаты промышленного внедрения змеевиковых теплообменных аппаратов, собранных из оребренных рассмотренным методом труб, полностью оправдали ожидания разработчиков: благодаря ему существенно повысились надежность и эффективность нового, модернизированного и отремонтированного технологического оборудования, которое применяется при производстве новых моделей автомобилей ВАЗ, и появилась возможность отказаться от закупок теплообменников по импорту.

В заключение следует отметить, что разработанные на Вазе теплообменные аппараты змеевикового типа, изготовленные из оребренных методом деформирующего резания труб (их образец приведен на рис. 6), можно применять не только для охлаждения масла гидравлических систем технологического оборудования, в которых используется водопроводная или обратная вода, но и в системах со смазочно-охлаждающими жидкостями, гальваническими растворами и т.п. И даже в системах охлаждения тепловых двигателей энергетических установок.

УДК 621.81:621-192

## КОМПЛЕКСНЫЙ МЕТОД ОБОТКИ КОНСТРУКЦИИ РАМЫ СЕДЕЛЬНОГО ТЯГАЧА

Канд. техн. наук П.П. КАПУСТА, Д.В. ВИХРЕНКО, И.А. СЛАБКО

Белорусский НТУ, МАЗ

Рама двухосного седельного тягача МАЗ, предназначенного для работы в составе магистрального длиннобазного автопоезда "тягач плюс трехосный полуприцеп" — основная несущая система и один из тех узлов, который определяет ресурс данного АТС в целом. Поэтому любая ошибка при ее проектировании и расчете обходится слишком дорого. В то же время сама такая работа — тоже дело не из дешевых. А главное — долгое, сдерживающее поступление новых моделей АТС на рынок. В связи с этим специалисты МАЗа на этапе проектирования рам используют методы расчетных исследований, дополняя их ускоренными стендо-

выми испытаниями изготовленных по итогам расчетов образцов. То есть испытания на стенде — это, по сути, экспериментальная проверка примененных методик расчетного прогнозирования усталостной прочности рамных конструкций, выполняемая на завершающих этапах проектирования АТС. Одновременно они решают и еще две задачи. Во-первых, дают экспериментальное обоснование подхода к имитационному моделированию напряженно-деформированного состояния и сопротивления усталости рамных конструкций при их ресурсном проектировании; во-вторых, позволяют выработать рекомендации по продлению ресурса исследуемого объекта.

Рама рассматриваемого тягача, как и у других автомобилей МАЗ, лестничного типа, клепаная. Она состоит из двух штампованных лонжеронов из швеллера переменного по длине сечения, четырех основных и одной вспомогательной поперечин, а также опорной