

М 239977

Министерство высшего и среднего специального образования СССР

Московское
ордена Ленина и ордена Трудового Красного Знамени
высшее техническое училище имени Н. Э. Баумана

ИЛЬИН Владислав Михайлович

На правах рукописи

ИССЛЕДОВАНИЕ И СОЗДАНИЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ
КРУПНОГАБАРИТНЫХ ДЕТАЛЕЙ
ИЗ АРМИРОВАННЫХ ПЛАСТМАСС

(05.05.03 — Автомобили и тракторы)

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

НЕ
ДАВАЕТСЯ



1239977

Ильин В.М. Исследование и

Работа выполнена в Центральном ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательском автомобильном и автомоторном институте — НАМИ —

Научный руководитель — кандидат технических наук, доцент ЦЫБИН В. С. (МВТУ им. Баумана).

Официальные оппоненты:
доктор технических наук ФИТТЕРМАН Б. М.,
кандидат технических наук ЛЬВОВ Б. С.

Ведущее предприятие — Горьковский автомобильный завод

Автореферат разослан « » 1974 г.

Защита диссертации состоится « » 1974 г.

на заседании Совещания при Московском ордена
Знамени высшего класса по адресу: Москва

Ваши отзывы и просьба высылать

С диссертацией лично.

Ученый секретарь кандидат техни...

1239977

Директивами XXIV съезда КПСС по пятилетнему плану развития народного хозяйства СССР в 1975 г. намечается довести выпуск автомобилей до 2,0-2,1 млн. штук. Выполнение этой задачи возможно достичь за счет совершенствования конструкций автомобилей, применения прогрессивной технологии и новых материалов. Параллельно с увеличением выпуска автомобилей предусматривается также увеличение выпуска синтетических смол и пластических масс в 2 раза. Все расширяющееся обеспечение автомобилестроения пластмассами химической промышленностью ставит перед нами проблему конструирования пластмассовых деталей с учетом особенностей новых материалов и технологических процессов переработки их в изделия.

Особое внимание в настоящее время должно быть уделено экономике проката черных металлов. Одним из основных направлений экономики стального проката, является внедрение в конструкцию автомобилей крупногабаритных панелей и кузовов из армированных пластмасс. Это также позволяет снизить вес автомобиля, увеличить долговечность, повысить устойчивость против коррозии, снизить трудоемкость изготовления, улучшить эксплуатационные свойства автомобилей.

В работе приведены экспериментальные и теоретические исследования и разработка рекомендаций по конструированию крупногабаритных автомобильных деталей из армированных пластмасс (АП-66-15I и АП-65-10I).

В главе I рассмотрен опыт применения пластмасс в кузовах автомобилей и других аналогичных конструкциях.

Анализ отечественных и зарубежных данных показывает, что все большее внимание уделяется производству автомобилей, которые имеют пластмассовые кузова и кабины или отдельные крупногабаритные панели. НАМИ, МВТУ им. Баумана и другими предприятиями созданы конструкции пластмассовых кабин и кузовов для единичного, мелкосерийного и массового производства. Организовано мелкосерийное производство цельнопластмассовых кабин грузовых автомобилей. Больших успехов в области создания пластмассовых кузовов и кабин достигли многие зарубежные фирмы. Так, например, в ГДР организовано массовое производство легкового автомобиля "Трабант-60I" с кузовом из дуропласта. В США имеется крупносерийное производство легковых автомобилей "Шевроле Корвет" с кузовом из стеклопластика и грузовых автомобилей "Форд" серии "L" и "Макс" с цельковым капотом и крыльями из того же материала.

В настоящее время накоплен отечественный и зарубежный опыт по применению различных видов пластмасс для крупногабаритных деталей

АДБ66С2М

и кузовов автомобилей. Это пластмассы, армированные волокнами минерального происхождения (стеклопластики), растительного происхождения и термопласты. Проведенный анализ физико-механических и технологических свойств материалов показал, что для массового и крупносерийного производства могут в настоящее время использоваться армированные пластики-полуфабрикаты. В связи с этим в НАМИ при участии автора были разработаны армированные пластики: АП-66-151, АП-70-151 (на основе рубленного стекловолокна и полиэфирных смол, сокращенно далее будем именовать - "стеклопластик") и АП-65-101 (на основе органических волокон и фенольных смол, сокращенно далее будем именовать - "фенопласт"), которые по своим физико-механическим и технологическим свойствам отвечают требованиям массового производства крупногабаритных автомобильных деталей.

Из опробованных нами методов изготовления крупногабаритных деталей из армированных пластмасс (контактное формование, напыление, формование с помощью вакуумного мешка и мешка под давлением, нагнетание связующего в форму, горячее прессование на гидравлических прессах, вакуумформование термопластов) показано, что для крупносерийного и массового производства в настоящее время может быть использован метод горячего прессования пластиков-полуфабрикатов. Различные методы изготовления кузовных тонкостенных деталей из армированных пластмасс имеют свои особенности, которые обязательно должны учитываться при конструировании таких изделий.

Преимущества использования пластмасс в кузовах автомобилей полностью проявляются лишь при правильном проектировании пластмассовых деталей. Важной причиной задерживающей применение крупногабаритных автомобильных деталей из указанных пластиков-полуфабрикатов является отсутствие рекомендаций и достаточного опыта в проектировании кузовных автомобильных деталей для массового производства. Механическое копирование конструкций, размеров, допусков металлических крупногабаритных деталей при проектировании пластмассовых, как правило, дает отрицательный результат. Существующие рекомендации по конструированию малогабаритных деталей из реактопластов, опубликованные в работах Альшица, Бокова и др. не учитывают особенностей конструкций крупногабаритных тонкостенных деталей из армированных пластмасс и не позволяют решить вопросы, связанные с их проектированием. Работы Коткова, Ваганова и др. в судостроении посвящены конструированию мелкосерийных деталей.

Поэтому целью настоящей работы было исследование и разработка рекомендаций по конструктивному оформлению прессованных крупнога-

баритных деталей из пластиков АП-66-151 и АП-65-101 при массовом производстве, обеспечивающие получение материала в деталях с определенными свойствами.

В главе II приведены исследования конструктивных элементов крупногабаритных деталей. Возможность получения крупногабаритных тонкостенных деталей заданной формы и размеров из стеклопластика и фенопласта за один цикл прессования заставляет предъявлять к конструкции детали особые требования. Не известна прочность материалов в различных местах деталей в зависимости от их конструкции, какие возможно применять минимальные толщины, уклоны, радиусы в деталях, получение отверстий при прессовании, армирование деталей металлическими вставками и т.д.

В связи с этим были проведены исследования конструктивных элементов крупногабаритных деталей из стеклопластика и фенопласта. К числу таких конструктивных задач относится определение оптимальных толщин крупногабаритных деталей. Для этого были проведены исследования прочностных свойств материалов в зависимости от толщины. Наибольшей прочностью обладают материалы от 3 до 6 мм для стеклопластика и от 4 до 5 мм для фенопласта. Как показало изучение микрошлифов пластин понижение прочности с увеличением толщины происходит из-за наличия внутренних дефектов (воздушных пузырей и т.д.), с уменьшением толщины из-за неравномерности распределения армирующего материала в стеклопластике и из-за невозможности удаления летучих в тонком фенопласте. Установлено, что минимальная толщина деталей из обоих материалов не должна быть менее 2,0 мм.

Были проведены исследования по возможности получения разнотолщинных деталей. Из стеклопластика это не представляло сложности. Однако, у разнотолщинных изделий наблюдалось повышенное коробление из-за неравномерности процессов отверждения материалов в пресс-форме и охлаждения их после извлечения из формы. Установлено, что с увеличением толщины разнотолщинной детали коробление уменьшается. Также при охлаждении разнотолщинных пластин в зажимном приспособлении коробление уменьшается. При разнотолщинности в 1,0 мм коробление пластин одинаковое с равнотолщинными пластинами. Местные утолщения детали допустимы и не приводят к заметному короблению. Для фенопласта получение разнотолщинных деталей технологически сложно, так как требуется ручная выкладка полуфабриката в форме и практически невозможно обеспечить одинаковую плотность материала в участках деталей с разной толщиной, что приводит к недопрессовке и другим дефектам.

Для повышения жесткости и прочности деталей их можно конструи-

ровать с ребрами. Определено, что при изготовлении деталей со сплошными ребрами на обратной стороне возникают "усабочные следы", что совершенно недопущимо для видовых деталей. С увеличением высоты ребра глубина "усабочного следа" сначала увеличивается, а потом почти стабилизируется. Поэтому были предприняты попытки ликвидировать это явление и найден способ их устранения путем введения обратных углублений на пресс-форме. При конструировании деталей с такими ребрами увеличивается время прессования изделия, что нетехнологично при массовом производстве. Наиболее целесообразно конструировать детали с полыми ребрами (зигзаги) одинаковой толщины различного рельефа с плавными переходами и с учетом съема детали. Высота ребер из стеклопластика может быть

$$\begin{aligned} h &\leq I/2 + I/3 \delta & \text{при} & \quad h = I, 5 + 2, 0 / A, \\ \text{где } h &\text{— высота ребра, мм;} & \delta &\text{— толщина детали, мм;} \\ A &\text{— ширина ребра, мм;} \\ \text{из фенолста} & \quad h \leq 6 + 8 / & \text{при} & \quad h = A \end{aligned}$$

Опыт изготовления деталей с малыми радиусами закруглений показал, что затрудняется проникновение в них (радиуса) армирующего материала и приводит к выделению на наружной поверхности одного связующего. При эксплуатации таких изделий происходит растрескивание и выкрашивание смолы. Изучение микрошлифов радиусов на микроскопе МИМ-8 показало, что минимальный наружный радиус скругления при угле 90° в панелях из стеклопластика должен быть не менее двух толщин $r_{\min} \geq 2\delta$, а для фенолста $r_{\min} \geq 2,5\delta$.

Обычно при конструировании пластмассовых деталей назначают технологические уклоны для легкого съема изделий с пресс-формы. При этом известно, что прочность армированных пластмасс зависит от удельного давления прессования, а на горизонтальных и наклонных поверхностях нельзя создать одинакового давления при формовании изделия в пресс-форме.

Исследование зависимости прочностных свойств стеклопластика от удельного давления прессования показывает, что обеспечение одинаковой прочности возможно при удельных давлениях не менее 5 кг/см^2 . При малых углах наклона стенки обеспечение удельного давления в 5 кг/см^2 на нее приводит к созданию больших давлений на горизонтальные поверхности. При изготовлении крупногабаритных деталей это может привести к необоснованному увеличению мощности прессов. В изготовленных элементах деталей в виде "паза" высотой $60 + 80 \text{ мм}$ с различными углами наклона стенок ($1^\circ, 3^\circ, 5^\circ, 6^\circ, 9^\circ, 12^\circ$) и различными толщинами ($2 + 5 \text{ мм}$) были определены прочностные свойства материалов. в горизонтальных и наклонных стенках. Прочностные показатели стек-

лопластика в боковой стенке при угле наклона 1° снижаются на 50% по отношению к горизонтальной, при угле 3° на 20-25% и лишь при угле 6° имеют одинаковые показатели для обоих материалов, хотя нормальное давление на наклонную стенку достигает лишь 3,15 кг/см². Было установлено, что в наклонных стенках детали создается внутреннее давление смолы по сечению в момент его жидкотекучего состояния, которое складывается с нормальным давлением на стенку. В связи с чем появляется возможность получать материал с достаточно высокими прочностными показателями.

Следовательно, для получения одинаковой прочности материала во всех стенках деталей, при проектировании крупногабаритных деталей кроме чисто технологического уклона, обеспечивающего съем изделия с пресс-формы должен предусматриваться "конструктивный уклон", или конструкция детали должна быть такова, чтобы можно было расположить изделие в пресс-форме с обеспечением требуемого давления прессования на все стенки изделия.

Учитывая это, были проведены исследования по определению глубины проектируемых деталей из стеклопластика. Исходя из анализа глубины существующих металлических крупногабаритных изделий, была изготовлена специальная "коробка" глубиной 200 мм с различными углами наклона стенок (0°, 3°, 6°, 12°). При укладке заготовки полуфабриката на дно коробки в наклонных стенках прочностные свойства стеклопластика изменялись по разному. Анализ результатов прочностных свойств стеклопластика в наклонных стенках деталей показал, что они меняются в зависимости от угла наклона стенки и высоты. Прочность материала резко падает при малых углах с увеличением высоты.

В связи с этим, была проведена статистическая обработка экспериментальных данных по σ_p , σ_u , α и H , с целью установления связей между переменными величинами и выражения этих связей в виде эмпирических формул $\sigma_p = f(\alpha, H)$ и $\sigma_u = f(\alpha, H)$,

где σ_p — прочность при растяжении, кгс/см²;

σ_u — прочности при изгибе, кгс/см²;

α — угол наклона стенки, мм;

H — высота стенки, мм.

Было установлено, что поверхность, получающая по экспериментальным данным σ , α и H с большей точностью описывается уравнением второй степени относительно факторов α и H . Тогда, уравнение регрессии — полином второй степени выглядит следующим образом:

$$\sigma_p = b_0 + (b_1 + b_3\alpha)\alpha + (b_2 + b_4\alpha) \cdot H + b_5 \cdot H^2;$$

$$\sigma_u = b_0 + (b_1 + b_3\alpha)\alpha + (b_2 + b_4\alpha) \cdot H + b_5 \cdot H^2;$$

где $b_0, b_1, b_2, b_3, b_4, b_5$ - коэффициенты.

Коэффициенты уравнения регрессии вычислены по способу наименьших квадратов и равны:

для σ_p : $b_0 = -5611,084 \text{ кгс/см}^2$; $b_1 = +127,1844 \text{ кгс/см}^2 \cdot \text{град}$
 $b_2 = -194,2114 \text{ кгс/см}^2 \cdot \text{мм}$; $b_3 = -0,5818059 \text{ кгс/см}^2 \cdot \text{град}^2$
 $b_4 = 1,301797 \text{ кгс/см}^2 \cdot \text{мм} \cdot \text{град}$; $b_5 = 1,881571 \text{ кгс/см}^2 \cdot \text{мм}$

для σ_u : $b_0 = -3892,667 \text{ кгс/см}^2$; $b_1 = 109,2904 \text{ кгс/см}^2 \cdot \text{град}$
 $b_2 = -16,38106 \text{ кгс/см}^2 \cdot \text{мм}$; $b_3 = -0,4861601 \text{ кгс/см}^2 \cdot \text{град}^2$
 $b_4 = 0,1077042 \text{ кгс/см}^2 \cdot \text{мм} \cdot \text{град}$; $b_5 = 0,01061695 \text{ кгс/см}^2 \cdot \text{мм}^2$.

Данные формулы справедливы при α от 90° до 125° и H - от 20 до 200 мм.

Полученные зависимости позволяют конструктору при проектировании крупногабаритных деталей знать основные прочностные свойства стеклопластика АП-66-151 в наклонных стенках с точностью до 10%.

Большое значение при проектировании деталей из армированных пластмасс имеет правильное оформление торцев и кромок с целью исключения их осмоления. Проведенные исследования показали, что весьма эффективным способом устранения осмоления является увеличение краев по отношению к толщине всей детали примерно в 1,2-1,3 раза, так как облегчается проникновение армирующего материала - стекловолокна к краям детали. Также эффективным устранением осмоления является оформление кромок деталей в виде валикообразного бурта.

Важное значение имеет правильное оформление отверстий при проектировании крупногабаритных деталей. Было установлено, что при оформлении отверстий непосредственно в пресс-форме при обтекании стержней стеклопластиком-полуфабрикатом образуются стыки связующего с обедненным содержанием стекловолокна и материал в этом месте имеет пониженные прочностные показатели. Исследования показали, что это явление можно устранить путем введения в конструкцию деталей приливов в зоне отверстия ($\delta_1 = 1,5 + 1,7/\delta$ где δ_1 - толщина прилива, мм; δ - толщина панели, мм; и $B = 1/2 + 3/\alpha$ где B - ширина прилива, мм; α - диаметр отверстия, мм).

Также возможно применение вместо отверстий шлицевых прорезей по контуру детали. Край отверстия должен быть удален от края детали не менее его радиуса для стеклопластика и диаметра для фенопласта. Возможно изготовление отверстий прошивкой, но не ближе 4 мм между отверстиями ϕ 10 мм.

Для компенсации изменения межосевых расстояний из-за усадки материала следует в крупногабаритных деталях применять овальные отверстия.

Рассматривалась также возможность оформления крупногабаритных

деталей с закладными металлическими вставками. Проведенные опыты показали, что вокруг арматуры при остывании детали образуются микротрещины ввиду большого отличия коэффициентов теплового расширения пластмассы и металла. Лучше армируются детали из фенопласта металлическим листом или сеткой. Однако, усложняется пресс-форма, так как в ней необходимо предусматривать места для установки закладных деталей. Также увеличивается трудоемкость изготовления изделий. Поэтому проектировать крупногабаритные детали из обоих материалов для массового производства с металлическими вставками нецелесообразно.

В главе III приведены исследования конструктивного оформления деталей от некоторых технологических факторов.

При изготовлении деталей из стеклопластика исследовалась прочность материала в деталях при различных способах укладки и размеров заготовки. Заготовка полуфабриката при изготовлении панели капота автомобиля ГАЗ-66 имела размеры 17%, 25%, 50%, 75% и 100% площади детали. Причем заготовка укладывалась также в продольном и поперечном направлении детали и отдельными частями размерами 75% площади изделия.

Проведенные исследования показали, что прочностные свойства стеклопластика в детали изменяются в зависимости от способа укладки и размера заготовки полуфабриката. Нельзя заготовку укладывать отдельными частями, так как происходит образование стыков связующего. Возможно получение изделий с ориентированной прочностью. Для обеспечения оптимальных прочностных свойств стеклопластика в крупногабаритных деталях следует укладывать заготовку по весу в середине размером 50-75% площади изделия. Из фенопласта прочность материала в детали одинакова, ввиду того, что заготовка полуфабриката выкраивается по конфигурации детали.

Определено, что можно изготавливать крупногабаритные детали из стеклопластика с проемами. При этом заготовку полуфабриката нужно укладывать по конфигурации проема целым куском или внахлестку размером 75% площади изделия. Возможна укладка заготовки на проем. При этом снижается трудоемкость изготовления и имеется возможность использования проема для получения другой детали. Это может обеспечить прессование двух различных деталей из стеклопластика.

При изготовлении деталей из фенопласта важно знать число слоев полуфабриката с целью получения заданной толщины детали:

$$P_2 = (1+K) \cdot P_3$$

где P_3 - вес заготовки полуфабриката (г);

P_2 - вес готовой детали (г);

K - коэффициент выделения летучих при прессовании полуфабриката в % составляет 5+8.

$$\rho_g = \delta \cdot \gamma \cdot S,$$

где δ - толщина детали (см);

γ - плотность материала (г/см³);

S - площадь заготовки полуфабриката.

(для прямоугольной заготовки $S = (a + 20) \times (c + 20)$, см²

a и c - стороны прямоугольной заготовки.)

$$\rho_g = \beta \cdot \Pi,$$

где β - вес одного слоя полуфабриката (г);

Π - число слоев полуфабриката.

Отсюда $\Pi = \frac{\gamma \cdot \delta \cdot S}{\beta} (1 + K)$ или $\delta = \frac{\Pi \cdot \beta}{\gamma \cdot S (1 + K)}$.

Толщина деталей из фенопласта может быть назначена в зависимости от числа слоев полуфабриката. Толщина одного слоя после прессования невелика и составляет 0,05 мм, что позволяет конструктору назначить практически любые толщины деталей.

Учитывая большую скорость полимеризации обоих материалов и чувствительность к колебаниям температуры по пресс-форме возникла необходимость провести исследования влияния конструктивного оформления деталей на распределение температуры по оформляющим поверхностям пресс-формы. Было установлено, что при переработке полуфабрикатов температура по пресс-форме должна быть выдержана с разбросом $\pm 5^\circ\text{C}$. При этом условии прочность материала в готовых изделиях получается по ТУ. Исследования показали, что для обеспечения такого разброса температур по оформляющим поверхностям пресс-форм необходимо укладывать теплоэлектронагреватели по конфигурации детали на одинаковом расстоянии от поверхности и между собой, но не ближе 50 мм. Кроме того, необходимо применять теплоизоляцию наружных поверхностей пресс-форм. Учитывая это, следует так конструировать детали, чтобы можно было обеспечить равномерный обогрев оформляющей поверхности пресс-формы, т.е. конструкция детали должна обеспечивать возможность такого расположения нагревателей, чтобы разброс температуры по поверхности пресс-формы был в соответствии с требованиями.

Не следует проектировать крупногабаритные детали с высокими узкими ребрами и обратными глубокими отбортовками в окончании детали, применять малые радиуса скруглений, разнотолщинность в краях, вводить отверстия с высокими отбортовками и т.д.

Определив размеры заготовки полуфабрикатов при изготовлении деталей были установлены габариты проектируемых деталей, учитывая

размеры выпускаемых материалов. Габариты проектируемых деталей из стеклопластика не зависят от ширины выпускаемого полуфабриката, так как возможна укладка заготовки частями внахлестку. Из фенопласта габариты детали зависят от ширины получаемого полуфабриката на линии.

Однако, размеры деталей уменьшаются на толщину боковых стенок пресс-форм, в которых предусматривается тэны и теплоизоляция, примерно на 100-450 мм в зависимости от конструкции детали. Обычно высота пресс-формы больше глубины проектируемой детали на 250+350 мм. При этом нужно также учитывать усилие пресса и размеры его стола.

В главе IV рассмотрены вопросы создания и исследования конструкций крупногабаритных деталей.

Проведенные нами исследования конструктивных элементов крупногабаритных деталей из стеклопластика и фенопласта, а также анализ основных направлений в создании пластмассовых конструкций и изучение металлических прототипов, позволили сконструировать и изготовить ряд крупногабаритных автомобильных деталей из указанных материалов. К ним относятся: панель двухместного автобусного пассажирского сидения, кожух арки боковины автомобиля ГАЗ-24 "Универсал", кожух радиатора отопителя автомобиля КАЗ-608, кожух подвесных лодочных моторов "Москва", панели передних и задних крыльев, а также панель облицовочная нижняя автомобиля КамАЗ, заднее крыло автомобиля ГАЗ-21, крыша и наружная панель двери кабины автомобиля типа УАЗ-452, кожух пола автомобиля ГАЗ-53, панель капота верхняя автомобиля ГАЗ-66. Для получения большинства деталей были спроектированы и изготовлены различные типы металлических обогреваемых пресс-форм. Проведена отладка технологического процесса прессования деталей.

Кожух радиатора отопителя автомобиля КАЗ-608, кожух арки боковины автомобиля ГАЗ-24 "Универсал", кожух лодочного мотора "Москва-25" уже внедрены в производство. Детали автомобиля КамАЗ выпущены на подготовку производства. Остальные детали успешно прошли различные стадии эксплуатационных испытаний.

Изготовленные детали были подвергнуты лабораторным, стендовым и эксплуатационным испытаниям. К лабораторным исследованиям относятся определение прочности стеклопластика в панели двухместного автобусного пассажирского сидения и кожухах лодочных моторов "Москва-25" и "Москва-М" путем испытания вырезанных по средним сечениям деталей стандартных образцов. Прочностные свойства материала в панели сидения и кожухе лодочного мотора "Москва-25" были в преде-

лах разброса физико-механических свойств. Прочность материала в боковых стенках кожуха "Москва-М" оказалось примерно в два раза ниже, чем на крыше изделия, расположенной в горизонтальной плоскости при прессовании, так как эта деталь была сконструирована аналогично металлической и имела углы наклона стенок лишь 3° .

Такой метод не дает возможности правильно оценить качество материала и его прочность в изделиях на криволинейных участках и перегибах при испытании. С этой целью были проведены исследования по использованию ультразвука для оценки качества стеклопластика и его прочностных свойств в различных местах деталей без их разрушения. Исследования проводились на приборе УКБ-1. Оказалось, что скорость ультразвука возрастает с содержанием стекловолокна. Кроме того, скорость звука зависит от ориентации стекловолокна. Проведенные исследования прочностных свойств стеклопластика в деталях панели капота автомобиля ГАЗ-66 и кожух лодочного мотора "Москва-М" и скорости ультразвука показали, что между этими величинами существует хорошая корреляция. Поэтому качество материала и оценку его прочностных свойств в деталях криволинейных участков можно осуществлять с помощью ультразвука по скорости его прохождения.

Панели двухместных автобусных сидений из стеклопластика были испытаны на вибростенде и специальном стенде в сравнении с серийными на Ликинском автобусном заводе. Частота вибраций задавалась с учетом возникающих в салоне автобуса колебаний при движении. Серийные сидения выдержали 40 часов работы на стенде, в то время как из стеклопластика - 215 часов. Работоспособность панели сидения из стеклопластика толщиной 5 мм оказалась значительно выше требуемой. Однако, толщину панели нельзя уменьшить, так как она не будет удовлетворять требованиям по жесткости.

Задние крылья автомобиля ГАЗ-21 "Волга" прошли более 100,0 тыс. км и находятся в хорошем состоянии. Крыша и двери кабины типа УАЗ-452 прошли более 60 тыс. км и не имеют замечаний. Детали автомобиля КамАЗ на автополигоне НАМИ прошли около 60 тыс. км, находятся в хорошем состоянии и не имеют замечаний. На ГАЗе испытывались кожуха пола автомобиля ГАЗ-53 из фенoplastа. Детали прошли 15 тыс. км и дефектов не имели, однако при затяжке болтов ввиду недостаточной прочности первоначально заложенных приливов у отверстий появились трещины. В связи с этим произведена доработка конструкции детали: опорные плоскости были увеличены и развиты.

На капоту автомобиля ГАЗ-66 замечаний не было. Однако, было

отмечено, что его теплоизоляционные свойства (толщина 3 мм) несколько хуже металлического капота с 10 мм слоем асбеста. Шумоизоляционные качества его примерно одинаковы.

В главе У рассматривается технико-экономическая эффективность применения крупногабаритных деталей из пластиков-полуфабрикатов АП-66-151 и АП-65-101. При конструировании крупногабаритных автомобильных деталей из пластиков-полуфабрикатов приходится решать два основных вопроса: необходимость внедрения деталей по техническим соображениям и целесообразность их внедрения экономически. При определении экономического эффекта от внедрения пластмассовых крупногабаритных деталей вместо металлических нужно исходить не только из эффекта, который получен на автомобильном заводе, но и из экономии, которая будет достигнута в процессе эксплуатации автомобиля. Более высокая стоимость пластиков-полуфабрикатов может компенсироваться рядом преимуществ, которыми обладают детали, спроектированные и изготовленные из этих материалов. Конструкции деталей из пластиков-полуфабрикатов могут состоять из меньшего числа деталей, чем металлические, что позволяет обеспечить снижение веса и трудоемкости изготовления. Детали из этих материалов изготавливаются в один переход, в то время как для аналогичных металлических требуется несколько штамповочных переходов. Это позволяет еще дополнительно сократить количество занятых рабочих и оснастки. Для ряда деталей из стеклопластика АП-66-151 не требуется окрасочных работ, так как материал хорошо окрашивается в массу. Эти материалы обладают достаточно высокими шумотеплоизоляционными свойствами и позволяют отказаться в конструкции кузовов автомобилей от применения дополнительных шумотеплоизоляционных покрытий, что также способствует получению определенного экономического эффекта. Детали из этих материалов обладают большей долговечностью в эксплуатации, чем металлические.

Для ряда сконструированных и изготовленных крупногабаритных деталей была определена технико-экономическая эффективность их применения из пластиков-полуфабрикатов. Так, например, при замене капота автомобиля ГАЗ-66 на пластмассовый из материала АП-65-101 за счет снижения трудоемкости изготовления и ликвидации асбестовой изоляции может быть достигнута годовая экономия в 30,0 тыс.руб.

Простая замена металлических крупногабаритных деталей на пластмассовые как правило не дает экономического эффекта.

Внедрение на Ликинском автобусном заводе конструкции пассажирского сидения с панелью из стеклопластика АП-66-151 позволит снизить общую трудоемкость изготовления сидений в 6 раз, получить народнохозяйственный эффект в 1975 г. более 360,0 тыс.руб.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

1. Проведенные исследования показали целесообразность применения крупногабаритных автомобильных деталей из материалов АП-66-151 и АП-65-101 таких как крылья, кожуха, капоты, панели дверей и т.п. при крупносерийном и массовом производстве, так как эти детали снижают вес конструкций, обладают не меньшей прочностью и долговечностью, чем аналогичные металлические и в ряде случаев обеспечивают получение экономического эффекта.

2. Разработаны рекомендации по конструированию тонкостенных крупногабаритных кузовных деталей из материалов АП-66-151 и АП-65-101 для массового производства.

2.1. Установлено, что прочностные свойства материалов в деталях изменяются в зависимости от их толщины. Проектировать детали толщиной менее 2,0 мм нецелесообразно. Разнотолщинность их должна быть не более 1,0 мм, так как ее увеличение приводит к повышенному короблению деталей. Местное увеличение толщины деталей допускается.

2.2. Для увеличения жесткости и прочности детали можно применять полые ребра (зиги) одинаковой толщины с деталью. Их расположение не должно препятствовать растеканию стеклопластика при прессовании.

2.3. Детали из этих материалов должны иметь плавные очертания. Наружный радиус в прямых углах деталей должен быть не менее удвоенной толщины для стеклопластика АП-66-151 и двух с половиной толщин для феноста АП-65-101. С уменьшением угла радиус необходимо увеличивать.

2.4. Прочность материалов в наклонных стенках деталей изменяется в зависимости от их угла наклона и высоты. Минимальный уклон стенки при условии равнопрочности материала в детали составляет 6°.

Определена эмпирическая зависимость пределов прочности при растяжении и изгибе стеклопластика АП-66-151 в деталях от угла наклона и высоты стенки, показывающая, что чем больше угол наклона стенки, тем на большей высоте материал в детали имеет достаточно высокую прочность.

2.5. Торцы и края крупногабаритных деталей должны иметь увеличенную толщину в 1,2-1,3 раза для получения в них требуемого соотношения связующего и армирующего материала.

2.6. В зоне отверстий, получаемых в процессе прессования, необходимо увеличивать толщину детали из стеклопластика АП-66-151. Целесообразно предусматривать в деталях из обоих материалов кре-

печные отверстия овальной формы для компенсации изменений межосевых расстояний вследствие усадки.

2.7. Конструировать крупногабаритные детали из стеклопластика АП-66-151 и фенопласта АП-65-101 с закладными металлическими вставками нецелесообразно.

3. На прочностные свойства стеклопластика в детали можно влиять путем соответствующего размера и способа укладки заготовки в процессе прессования изделия. Для обеспечения оптимальных и равномерных прочностных свойств материала по всей детали заготовка должна составлять 50-75% ее площади и уложена в середину.

4. Конфигурация детали оказывает существенное влияние на равномерность распределения температуры по оформляющим поверхностям пресс-форм. Чем проще форма детали, тем легче обеспечить равномерность обогрева. Конструктивное оформление детали должно обеспечивать возможность размещения нагревательных элементов на одинаковом расстоянии друг от друга и от оформляющих поверхностей пресс-форм, но не менее 50 мм.

5. Габариты проектируемых деталей из стеклопластика АП-66-151 определяются размерами стола пресса, его усилием, пресс-формой и не зависят от ширины выпускаемого полуфабриката.

Габаритные размеры проектируемых деталей из фенопласта АП-65-101 зависят от ширины получаемого полуфабриката на механизированной линии.

6. Разработанные конструкции крупногабаритных деталей в соответствии с проведенными исследованиями отвечают предъявляемым к ним требованиям и рекомендованы к крупносерийному производству. Кожух радиатора отопителя автомобиля КАЗ-608, кожух арки боковины автомобиля ГАЗ-24-02 "Универсал", кожух подвесного лодочного мотора "Москва-25" из стеклопластика АП-66-151 уже внедрены в производство.

7. Разработанные рекомендации достаточны для создания мало нагруженных (нагруженных собственным весом, силами инерции, вибрациями) тонкостенных крупногабаритных пластмассовых деталей типа крылья, капоты, двери и т.д.

Учет этих рекомендаций необходим при создании и тяжело-нагруженных крупногабаритных пластмассовых конструкций (нагруженных внешними силами), так как они обеспечивают возможность получения равнопрочного материала в деталях, что позволит рассчитать детали на прочность и экспериментально исследовать их нагруженность.

8. Внедрение на Ликинском автобусном заводе двухместного пас-

сажирского пластмассового сидения с панелью из стеклопластика АП-66-151 позволит получить годовой экономический эффект более 360,0 тыс.руб.

9. Результаты настоящих исследований могут быть использованы соответствующими специалистами при разработке технологии изготовления деталей, технологической оснастки и контроля качества изделия.

Основное содержание диссертации опубликовано в следующих работах:

1. Ильин В.М. "Конструкционно-технологические особенности при прессовании крупногабаритных кузовных деталей из армированных пластмасс", "Труды НАМИ", выпуск № 145, ОНТИ НАМИ, 1974.

2. Ильин В.М., Галкин С.А. "Применение пластмасс для кузовов автомобилей и особенности конструирования крупногабаритных деталей из пластика". "Технология и организация производства", № 6, 1972.

3. Цыбин В.С., Ильин В.М. "Армированные пластмассы для крупносерийного производства кузовных автомобильных деталей". Сборник трудов МВТУ им.Баумана "Применение пластмасс в машиностроении", № II, 1971.

4. Ильин В.М., Бровак Г.В. "Технологические особенности изготовления крупногабаритных деталей из пластика-полуфабрикатов". "Технология и организация производства", № 5, 1972.

5. Мурашов В.В., Ильин В.М., Захарова Т.Т. "Оценка прочностных свойств стеклопластика АП-66-151 в тонкостенных крупногабаритных деталях без их разрушения", "Автомобильная промышленность", № 9, 1973 г.

6. Тамручи О.В., Ильин В.М. и др. "Стекловолоконный прессматериал", Авторское свидетельство № 341808.

7. Тамручи О.В., Ильин В.М. и др. "Установка для изготовления стеклопластика", Авторское свидетельство № 350667.