

УДК 621.822.082

В.М. Липка, магистр,

В.Я. Копп, профессор, д-р техн. наук,

Ю.Л. Рапацкий, доцент, канд. техн. наук,

Севастопольский национальный технический университет,

ул. Университетская, 33, г. Севастополь, Украина, 99053

u.l.rapatskiy@mail.ru

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ЭКСПЕРИМЕНТА ПО КОНТРОЛЮ КАЧЕСТВА РЕЗЬБОВЫХ ДЕТАЛЕЙ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ СБОРКИ СИЛОВЫХ АГРЕГАТОВ АВТОМОБИЛЕЙ

Исследуется точность изготовления резьбовых деталей для автоматизированной сборки силовых агрегатов легковых автомобилей. Подтверждено соответствие экспериментальных распределений точностных параметров резьбовых деталей нормальному закону. Установлено наличие в экспериментальных выборках до 10 % резьбовых деталей имеющих недопустимые отклонения точностных параметров.

Ключевые слова: *резьбовая деталь, точность изготовления, автоматизированная сборка, силовых агрегатов легкового автомобиля.*

Как установлено в [1], при автоматизированной сборке силовых агрегатов для легковых автомобилей «Ланос», «Сенс», «Форзе», «Вида» на ПП «МеМЗ» (г. Мелитополь, Украина) наиболее значимым технологическим фактором, влияющим на качество и надёжность резьбовых соединений (РС) является точность изготовления резьбовых деталей (РД). Невозможность сплошного контроля точности изготовления РД, поступающих на сборку, является условием для сборки до 10% ответственных РС, не соответствующих требованиям прочности.

Целью данной статьи является анализ результатов производственного эксперимента, проведенного на ПП «МеМЗ» по исследованию точности резьбовых деталей, поступающих на гибкую автоматизированную линию сборки силовых агрегатов.

На ПП «МеМЗ» было проведено исследование точности изготовления резьбового крепежа, используемого на сборке ответственных РС в САА. Для проведения исследования были использованы болты крепления головки цилиндров М10х1,25–6g 245.1003016–03, поступившие на автоматизированную линию сборки САА из цеха метизов и резьбовые отверстия М10х1,25–6Н в блоках цилиндров.

Исследование точности изготовления болтов проводилось с использованием методов математической статистики [2]. Теоретические кривые нормального распределения строились по методике, рекомендованной в [3], результаты показаны на рисунке 1, 2, 3.

Приведенный анализ точности показывает, что:

1. Зазор по среднему диаметру РС изменяется от $S_{\min} = 0,076$ мм до $S_{\max} = 0,804$ мм при среднем значении $\bar{S} = 0,440$ мм.

2. Рабочая высота профиля резьбы изменяется от $H_{\min} = 0,372$ мм до $H_{\max} = 0,650$ мм при среднем значении высоты профиля $\bar{H} = 0,511$ мм.

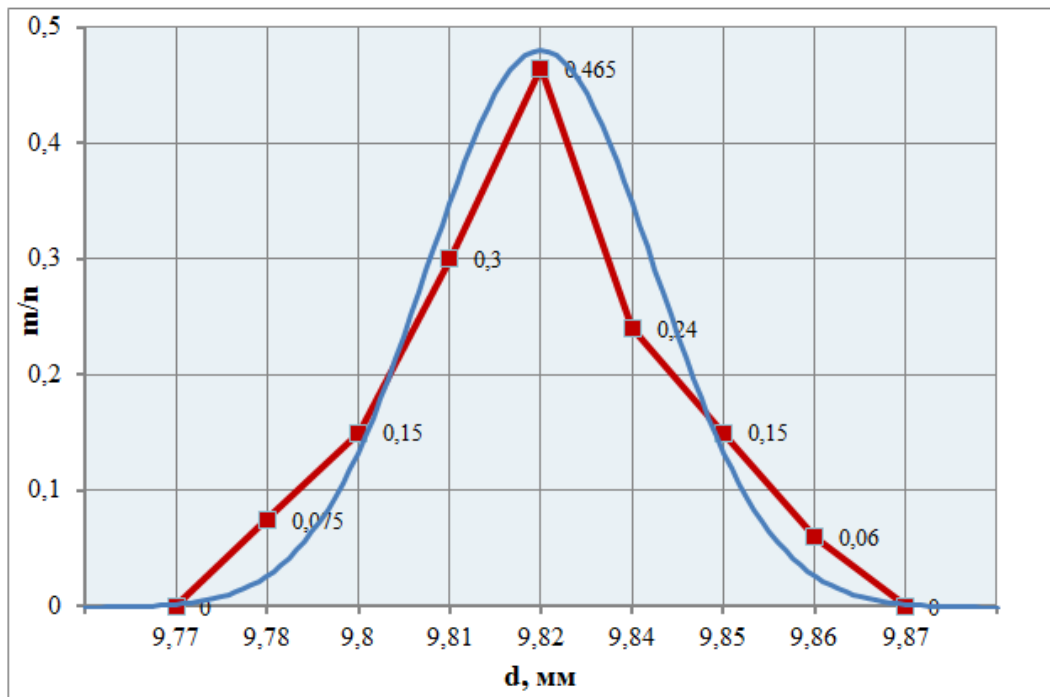
3. Разброс значений внутреннего диаметра болта составляет $\Delta d_1 = 0,275$ мм.

По результатам проведенного анализа рассмотрим влияние точностных характеристик РД на параметры, определяющие точность расчета крутящего момента, необходимого для создания расчетного усилия затяжки при сборке РС.

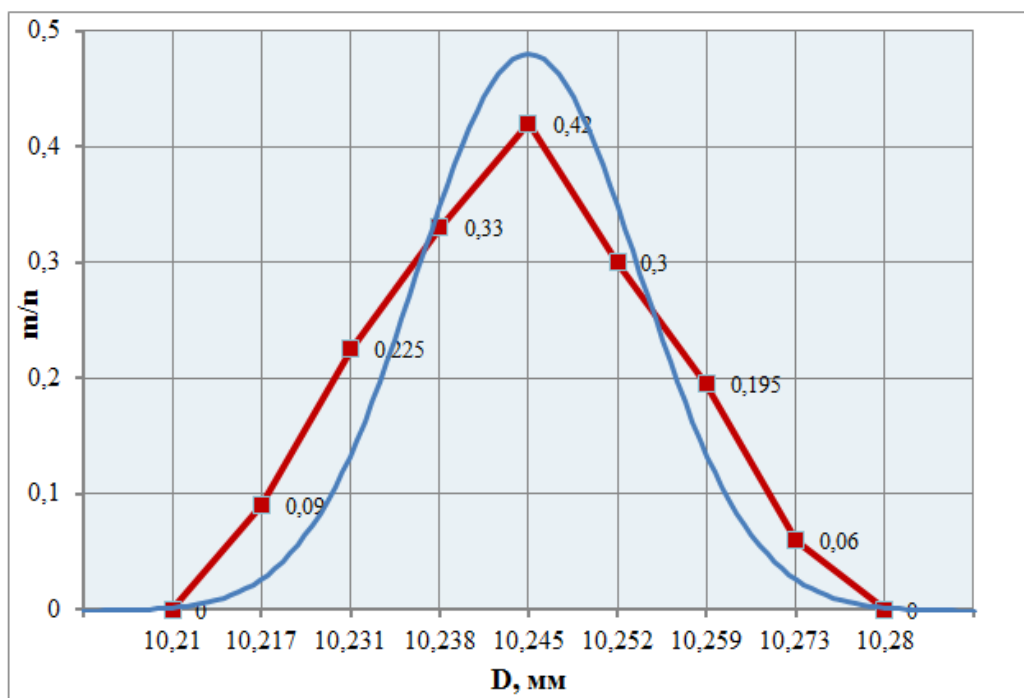
При расчете необходимого момента создания расчетного усилия затяжки первостепенное значение имеет правильное назначение коэффициента трения в резьбе f_p [4], но коэффициент трения f_p зависит от площади контакта витков резьбы, от наличия и свойств смазки, от удельного давления на витках, которое в свою очередь зависит от площади контакта, от шероховатости РД, от зазора в соединении и т.д. [4], а единая методика точного расчета f_p для различных условий не создана.

Изменение рабочей высоты профиля резьбы в пределах от 0,372 до 0,650 мм приводит к увеличению площади контакта одного витка резьбы в соединении от $F_{K_{\min}} = 15,021$ мм² до $F_{K_{\max}} = 26,163$ мм², что, в свою очередь, приводит к изменению удельного давления на витке резьбы в пределах 32 %, что существенно снижает точность достижения расчетного усилия затяжки.

Разброс величины внутреннего диаметра винта М10 от $d_{1_{\min}} = 8,015$ до $d_{1_{\max}} = 8,29$ мм ($\Delta d_1 = 0,275$ мм) приводит к ошибке расчетного усилия затяжки в пределах $\pm 6,5\%$, что приводит к возникновению погрешности усилия затяжки РС даже при прямом измерении деформации тела винта в пределах $\pm 10\%$. Аналогичные исследования проведены для РС крышек коренных подшипников коленчатого вала, результаты совпадают в пределах погрешности эксперимента.

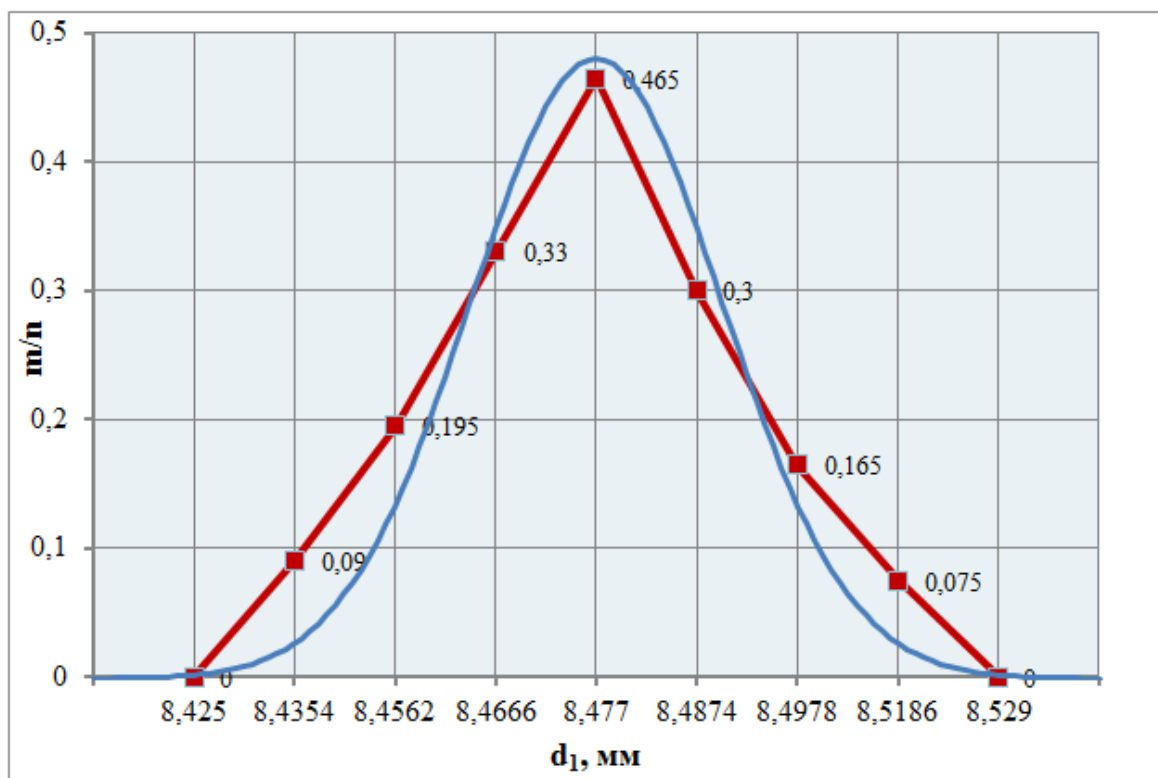


а) $\bar{d} = 9,803$; $\sigma = 0,041$.

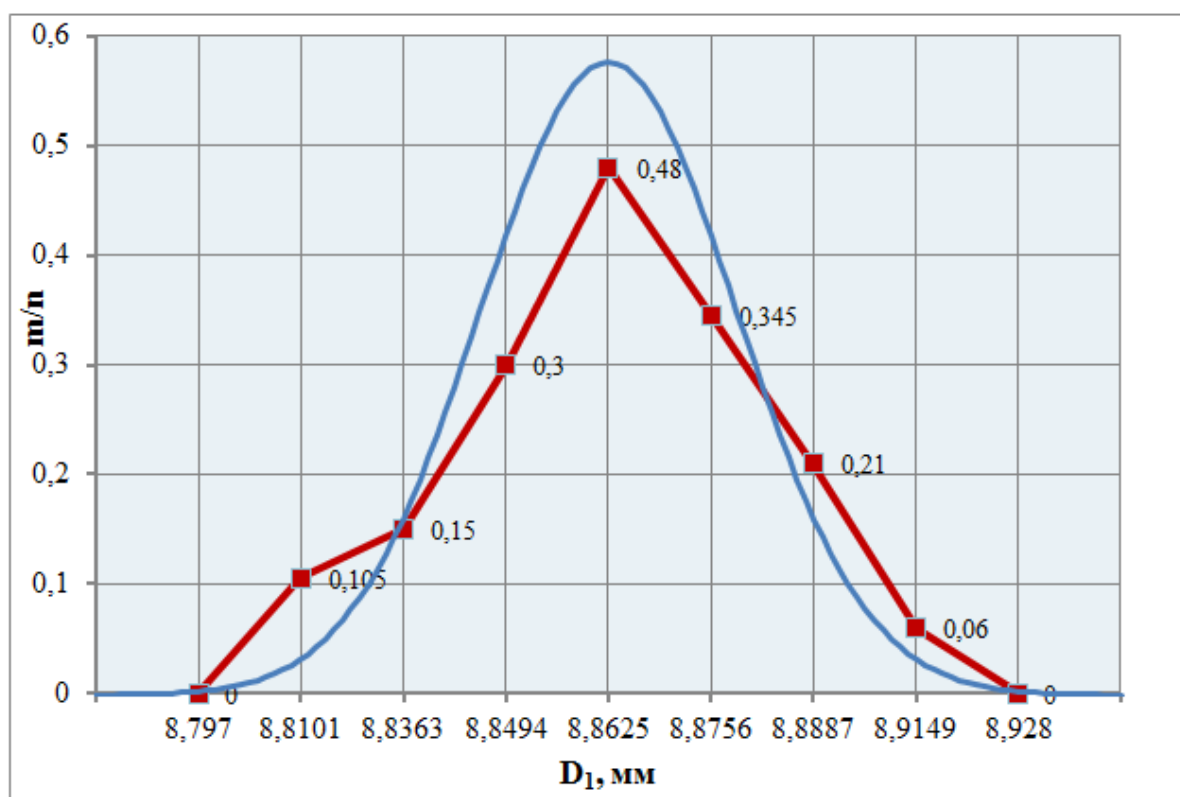


б) $\bar{D} = 10,223$; $\sigma = 0,048$.

Рисунок 1 — Аппроксимация нормальным законом экспериментальных распределений наружных диаметров: а) резьбовой части болта 245.1003016-03 М10х1,25-6г крепления головки цилиндров; б) внутренней резьбы М10х1,25-6Н в блоке цилиндров двигателя МеМ3-307

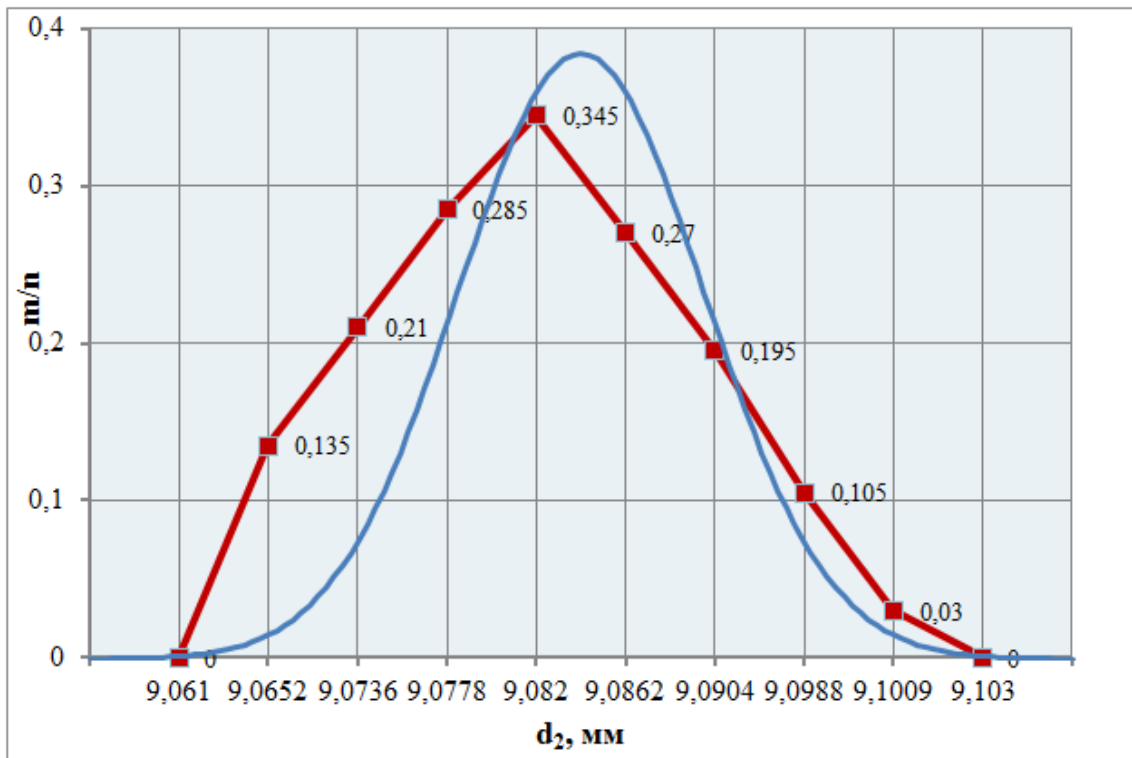


а) $\bar{d}_1 = 8.446$; $\sigma = 0.052$.

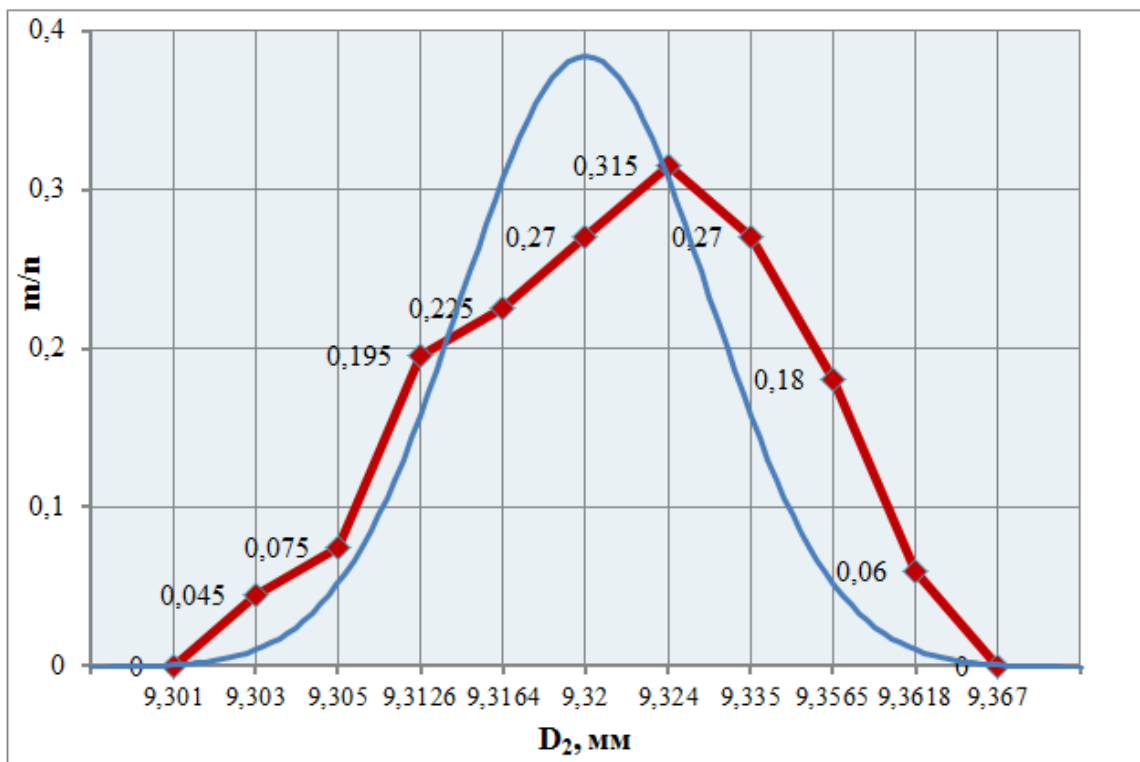


б) $\bar{D}_1 = 8.887$; $\sigma = 0.059$.

Рисунок 2 — Аппроксимация нормальным законом экспериментальных распределений внутренних диаметров:
а) резьбовой части болта 245.1003016–03 M10x1,25–6g крепления головки цилиндров; б) внутренней резьбы M10x1,25–6H в блоке цилиндров двигателя MeM3–307.



а) $\bar{d}_2 = 9,081$; $\sigma = 0,054$



б) $\bar{D}_2 = 9,324$; $\sigma = 0,081$

Рисунок 3 — Аппроксимация нормальным законом экспериментальных распределений средних диаметров:
 а) резьбы болта 245.1003016–03 M10x1,25–6g крепления головки цилиндров;
 б) внутренней резьбы M10x1,25–6H в блоке цилиндров двигателя MeM3–307

Выводы. Таким образом, из анализа результатов исследования точности изготовления резьбового крепежа, используемого на сборке ответственных РС, можно сделать следующие выводы:

— РД, применяемые в настоящее время при сборке САА, не могут обеспечить требований конструкторской документации;

— использование таких РД может приводить к большим погрешностям усилия и равномерности затяжки РС (до $\pm 20\%$). С учетом неточностей технологических параметров сборочного процесса, методов контроля и контрольно-измерительного оборудования, общая погрешность усилия затяжки РС на заводе МеМЗ может достигать $\pm 40\%$.

Результаты исследования точности изготовления резьбового крепежа еще раз подтвердили необходимость проведения исследования путей повышения качества сборки ответственных резьбовых соединений с учетом погрешностей изготовления резьбовых деталей.

Библиографический список использованной литературы

1. Липка В.М. Анализ влияния геометрических параметров резьбовых деталей на распределение усилий в соединениях при автоматизированной сборке силовых агрегатов / В.М. Липка, Ю.Л. Рапакский // Вестник СевНТУ. Сер. Оптимизация производственных процессов: сб. науч. тр. — Севастополь: СевНТУ, 2010. — С. 190–196.
2. Солонин И.С. Математическая статистика в технологии машиностроения / И.С. Солонин. — М.: Машиностроение, 1972. — 216 с.
3. Вентцель Е.С. Теория вероятностей и ее инженерные приложения / Е.С. Вентцель, Л.А. Овчаров. — М.: Наука, 1983. — 480 с.
4. Ланшиков А.В. Диагностическое обеспечение операций сборки резьбовых соединений / А.В. Ланшиков, А.А. Селиверстов // Сборка в машиностроении, приборостроении. — 2009. — №4. — С. 43–45.

Поступила в редакцию 25.02.2013 г.

Липка В.М., Копп В.Я., Рапакский Ю.Л. Аналіз результатів виробничого експерименту з контролю якості різьбових деталей, які застосовуються для складання силових агрегатів автомобілів

Досліджується точність виготовлення різьбових деталей для автоматизованого складання силових агрегатів легкових автомобілів. Підтверджено відповідність експериментальних розподілів параметрів точності різьбових деталей нормальному закону. Встановлено наявність в експериментальних вибірках до 10% різьбових деталей, що мають неприпустимі відхилення параметрів точності.

Ключові слова: різьбова деталь, точність виготовлення, автоматизоване складання, силових агрегатів легкового автомобіля.

Lipka V.M., Kopp V.Ya., Rapatskiy Yu.L. Analysis of Industrial Experiment for Quality Control of Screw Parts Used for Assembly of Power Units in Cars

The accuracy of threaded parts manufacturing for the automated assembly of automobile engines is considered. Conformity to the experimental distributions of precision parameters of threaded parts is verified with the normal law. The presence in the experimental samples of threaded parts up to 10% with unacceptable deviations of precision parameters is stated.

Keywords: threaded parts, precision manufacturing, automated assembly, powertrain of the car.