

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ РЕЗЬБОВЫХ ДЕТАЛЕЙ С НЕРЕГУЛЯРНЫМ ШАГОМ

Березин С.Я.

Забайкальский государственный университет, г. Чита

Ключевые слова: крепежные изделия, резьбовые соединения, нарезная часть, самонарезающие винты, гладкое отверстие, нерегулярный шаг, вибростойкость, самоотвинчивание, резьбообразующие детали, деформирующие шпильки, стопорящие свойства, базовый профиль, модифицированный профиль.

Аннотация. Рассмотрены конструктивные и функциональные особенности мало известного типа резьбовых соединений с нерегулярным шагом витков посадочного участка крепежных деталей. Представлена хронология изобретений данного вида деталей и соединений. Приведены области их применения. Установлены основные формы модифицированных резьбовых профилей. Проанализированы возможные технические свойства таких соединений.

FEATURES OF APPLICATION IN THREADED CONNECTIONS OF PARTS WITH IRREGULAR STEP

Berezin S.Ya.

Transbaikal state university, Chita

Keywords: fasteners, threaded joints, threading part, self-tapping screws, smooth hole, irregular pitch, vibration resistance, self-unscrewing, thread-forming parts, deforming studs, locking properties, base profile, modified profile.

Abstract. The design and functional features of a little-known type of threaded connections with an irregular step of the landing site of fasteners are considered. The chronology of inventions of this type of details and connections is presented. The areas of their application are given. Set the main forms of modified thread profiles. The possible technical properties of such compounds are analyzed.

Многообразие конструктивных исполнений крепежных изделий с резьбой так велико, что с трудом поддается типизации. Одна из таких групп сформирована по признаку дифференциации шага нарезной части. У таких элементов шаг винтовой линии непостоянен или нарезная часть разбита на участки с разными шагами нарезки. В любом случае группа имеет единый конструктивный признак – нерегулярный шаг нарезной части.

Изменение шага в затянутом резьбовом соединении начали применять для формирования необходимого закона распределения напряжений по длине резьбового контакта, для повышения усталостной прочности и несущей способности соединений, виброустойчивости, стопорящих свойств и т.д. [1].

По данным исследований резьбообразующий крепеж специальных конструкций, включая изделия с модифицированным шагом, обладает высокой устойчивостью к отвинчиванию при динамических нагрузках [2].

Для повышения сопротивления усталости применяют соединения с преднамеренным отклонением шага резьбы одной из деталей. При этом отклонение шага назначают таким, чтобы первый (от опорного торца гайки) виток соединения воспринимал 1–2 % общего усилия, а последний – около 45 %.

Подобная модификация резьбы целесообразна для исключения пластических деформаций в болте в соединениях высокопрочных болтов с гайками из менее прочных и пластичных материалов. Недостаточную прочность соединения можно компенсировать увеличением высоты гайки до 1,3 диаметра резьбы [3,4].

С появлением резьбообразующих крепежных деталей область применения резьб с модифицированным шагом заметно расширилась. Начали разрабатываться крепежные изделия специфических конструкций и назначений, далеких от машиностроения, приборостроения и строительства, например, в хирургии спинального и тазового остеосинтеза.

Рассмотрим хронологический перечень изобретений крепежных изделий с нерегулярным или модифицированным шагом, приведенный в таблице 1.

Табл. 1. Хронология изобретений резьб и соединений с нерегулярным шагом

№ п/п	№ патента	Страна	Дата регистрации	Авторы	Название
1	А.с.37960	СССР	27.07.1932	Барклайд И.М.	Приспособление для нарезания резьб с переменным шагом на токарных станках с обычным ходовым винтом
2	А.с.78678	СССР	8.12.1947	Дорфман Г.Л.	Винтовая пара
3	US 2842180	США	8.07.1958	Brown C.O.	Самостопающиеся резьбы с посадкой с натягом
4	А.с. 540069	СССР	25.12.1967	Молохов И.Ф., Оконешников В.А.	Тугое резьбовое соединение
5	А.с. 608995	СССР	01.07.1976	Рубцов Н.С.	Самоконтрящаяся резьба Рубцова.
6	US 4071067	США	31.01.1978	Goldby R.Ch.	Самостопающийся резьбовой профиль
7	US 4346920	США	31.08.1082	Deily P.E.	Резьбовое соединение с переменным шагом нарезки
8	SU 1219280	СССР	23.03.1986	Горелов В.И. и др.	Способ изготовления резьбового соединения с переменным шагом резьбы
9	RU 2070995	Россия	27.12.1996	Матросов В.Г.	Самотормозящееся резьбовое соединение
10	US 6129730	США	10.10.2000	Bono F.S., Fenton M.A.	Винт для остеосинтеза с относительным смещением шага
11	US 2012/0029579	США	2.02.2012	Bootland M., Keith M., Doornink J., Koser A.L.	Кортикальный винт для остеосинтеза с компрессионной пластиной
12	US 9322275	США	26.04.2016	Ferslew M.R., Walker R.S.	Самостопающееся сборочное соединение винт-гайка

Если проанализировать суть представленных в таблице разработок, то можно установить определенную систему признаков, лежащих в их основе. Во-первых, области с измененным шагом по-разному располагаются на всей длине нарезки. Поэтому их совокупность можно рассматривать в виде трех схем:

а) шаг непрерывно меняется по всей длине, прогрессивно увеличиваясь или уменьшаясь;

б) нарезка разбивается на два участка – с базовым и измененным относительно него шагами, при этом винтовая линия не прерывается;

в) резьбовая часть имеет разделенные участки с разными шагами.

Во-вторых, можно выделить различные способы модификации шага относительно базовой части нарезки. Их можно свести к следующей группе:

а) шаг меняется путем смещения на определенную величину всего резьбового профиля относительно базовой части (см. п.3 таблицы, патент US 2842180 или п.7, патент US 4346920);

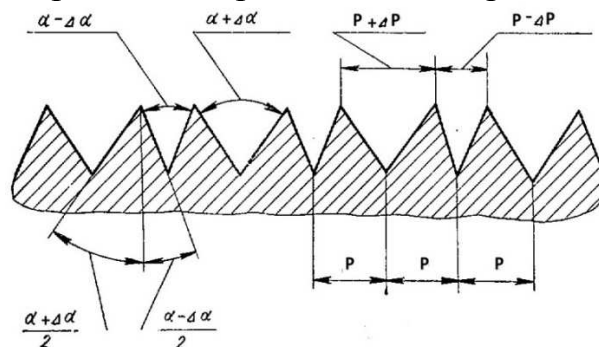
б) смещается вершина профиля;

в) смещается впадина профиля;

г) смещение реализуется изменением формы профиля, например, созданием участка с бочкообразностью одной из боковых сторон профиля (см. п.6 таблицы, патент US 4071067);

д) внедрением специальных вставок с изменённым шагом (см. п.13, патент US 9322275);

е) комбинацией из части вышеуказанных способов, например, п.5 таблицы а.с. 608995 – резьба Рубцова, в которой вершины модифицированного участка направлены в разные стороны, что представлено на рис. 1.



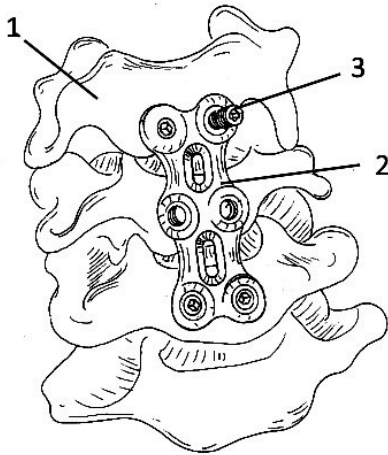
α – угол профиля; P – шаг резьбы; $\Delta\alpha$ – смещение угла профиля; ΔP – смещение шага

Рис. 1. Самотормозящаяся резьба, сформированная по комбинированному принципу

Необходимо отметить, что способы б) и в) могут быть получены двумя путями. В первом случае вершина или впадина профиля могут смещаться на небольшую величину относительно базовой части нарезки. При этом шаги обоих участков сохраняются равными. Во втором случае вершины или впадины модифицированного участка прогрессивно (с определенным коэффициентом) увеличиваются или уменьшаются.

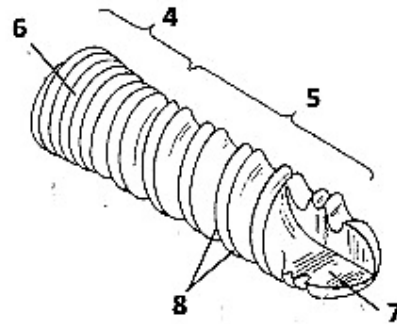
Применение самонарезающих крепежных деталей в практике остеосинтеза позволяет установить определенные тенденции в модификации шагов различных

резьбовых участков. На рис. 2 представлен фрагмент патента US 6129730 по п. 10 хронологической таблицы.



1 – позвонки; 2 – компрессирующая пластина; 3 – кортикальный винт

а)



4 – головной участок; 5 – костный участок;
6 – нитки головного участка, закручиваемые в гнездо пластины;
7 – режущее перо винта; 8 – сдвоенные нитки костного участка

б)

Рис. 2. Применение кортикальных винтов с модифицированным шагом для спинального остеосинтеза: а) закрепление компрессирующей пластины на позвоночный участок; б) элементы кортикального винта

Для фиксации поврежденных участков позвоночника 1 выпускаются комплекты металлических компрессирующих пластин 2 с набором кортикальных винтов 3, несущих участки с разными шагами нарезки и разными элементами. Компрессирующие пластины имеют резьбовые гнезда для закручивания в них головок кортикальных винтов и отверстия для операций с межпозвоночными дисками (см. рис. 2,а). Резьба гнезд имеет базовый шаг. Сам винт несёт головную часть 4 и самонарезающую кортикальную (костную) часть 5. Головная часть 6 закручивается в гнездо пластины после того, как участок 5 пройдет в предварительно просверленное в позвонке отверстие и нарежет в нем пером 7 резьбу в виде сдвоенных ниток 8. При этом нитки 8 имеют базовый шаг, но разнесены относительно друг друга на увеличенный шаг. За счет разности данных шагов и создаётся компрессирующее усилие, прижимающее и фиксирующее пластину.

Применение модифицированных резьб в различных областях практики решает много различных задач:

- повышение статической прочности (несущей способности) и осевой жесткости соединений;
- для создания в сопряжении сжимающих или растягивающих напряжений и формирования необходимого закона распределения напряжений по длине резьбового контакта;
- повышение стопорящих свойств и вибростойкости соединений;
- для целей кинематики, например, для относительного смещения деталей;
- для надежного базирования и закрепления заготовок при их механической обработке на станках;
- для повышения количества сборок-разборок соединений и прочих задач.

Подобные резьбовые изделия относятся к деталям прогрессивных конструкций и не стандартизованы, поэтому их особенности слабо изучены и существует определенная потребность в исследованиях их эксплуатационно-технических характеристик.

Список литературы

1. Березин С.Я. Исторические и технические пути развития крепежных и резьбообразующих деталей: монография. – Чита: ЗабГУ, 2016. – 247 с.
2. Березин С.Я., Карпов А.Р. Энергетический принцип оценки стопорящих свойств резьбовых соединений с волнистым профилем витков одной из деталей // Сборка в машиностроении, приборостроении. 2016. № 10. С. 31-35.
3. Биргер И.А., Иосилевич Г.Б. Резьбовые и фланцевые соединения. – М.: Машиностроение, 1990. – 368 с.
4. Xin Chen, Nao-Aki Noda, Yu-Ichiro Akaishi and other. Effect of Pitch Difference on Anti-loosening Performance and Fatigue Strength for High Strength Bolts and Nuts. 13th International Conference on Fracture. June, 16-21, 2013. Beijing, China. - 10 p.

Сведения об авторе:

Березин Сергей Яковлевич – д.т.н., профессор, профессор кафедры автоматизации производственных процессов, ЗабГУ, г.Чита.