

Заключение. Установлено, что в упрочнённых деталях, подверженных циклическому нагружению, падение КИН K_I ниже величины порогового КИН ΔK_{th} наблюдается при глубине трещины усталости, равной $t_{кр}$, что означает остановку в развитии трещины за счёт влияния сжимающих остаточных напряжений.

Список использованных источников

1. Трощенко, В.Т. Трещиностойкость металлов при циклическом нагружении / В.Т. Трощенко, В.В. Покровский, А.В. Прокопенко. – Киев: Наукова Думка, 1987. – 253 с.
2. Сургутанов, Н.А. Исследование влияния глубины трещины на коэффициент интенсивности напряжений в надрезанных и гладких пластинах / Н.А. Сургутанов // Вестник Самарского Университета. – Т. 16. – №1. – Самара. 2017. – С. 176-185.
3. Вакулюк, В.С. Применение метода термоупругости при конечно-элементом моделировании остаточного напряжённого состояния в поверхностно упрочнённых деталях / В.С. Вакулюк, В.П. Сазанов, В.К. Шадрин, Н.Н. Микушев, А.С. Злобин // Известия Самарского научного центра Российской академии наук, Т.16, № 4. – Самара: Изд-во СГАУ, 2014. – С.168-174.

УДК 621.7

*Р.М. Ахтамьянов, А.С. Букатый, Л.Ш. Ахтамьянова,
Е.В. Зотов, А.Ю. Мухин*

МЕТОД ПОСТРОЕНИЯ КРИВОЙ НАСЫЩЕНИЯ И ПОИСКА ТОЧКИ НАСЫЩЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ СПЕЦИАЛЬНОЙ РАСЧЁТНОЙ ПРОГРАММЫ

Введение. Назначение режимов пневмодробеструйного упрочнения является актуальной задачей авиационного производства, в основе решения которой лежит метод построения кривой насыщения с использованием контрольных пластин и применение программы расчёта оптимального времени упрочнения единицы поверхности детали. Этот подход позволяет обеспечить необходимую интенсивность обработки и стабильность процесса упрочнения.

Методика исследования. Основной сложностью при отладке специальных технологических процессов является высокая трудоёмкость проведения опытно-технологических работ и необходимость проведения сложных дорогостоящих исследований. В большом количестве случаев контроль и отладка процесса упрочнения проводится косвенным методом. Одним из таких методов является построение кривой насыщения по прогибу контрольных пластин. Упрочнение существенно повышает такие характеристики ответственных авиационных деталей как прочность и долговечность [1]. Проведение опытных работ на натурных деталях является дорогостоящим процессом и в большинстве случаев неприемлемым по экономическим причинам, в таких случаях для предварительной отладки процесса применяются контрольные пластины. В отечественных инструкциях по упрочнению указаны лишь диапазоны деформаций (прогиба) пластин и примерные режимы упрочнения [1]. С целью повышения качества процесса упрочнения авиационных деталей необходимо определять интенсивность обработки по кривой насыщения с применением контрольных пластин и специальной программы построения графиков – кривых насыщения.

Интенсивность обработки определяется путём интерпретации кривой насыщения. Кривая насыщения представляет собой график величин прогиба обработанных стандартных контрольных пластин в зависимости от времени воздействия, используемый для расчёта интенсивности. Интенсивность является величиной прогиба за время T , увеличивающейся на 10% при удвоении продолжительности обработки – время $2T$ [2, 3]. На рис. 1 показан график – кривая насыщения, характеризующая интенсивность дробеструйной обработки.

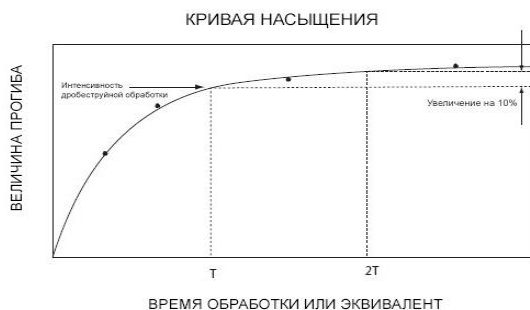


Рис. 1.

Помимо этого, опытно технологические работы с применением контрольных пластин (рис. 2) проводятся для контроля процесса упрочнения, определения насыщения, интенсивности упрочнения, а также для отслеживания повторяемости операций дробеструйной обработки.

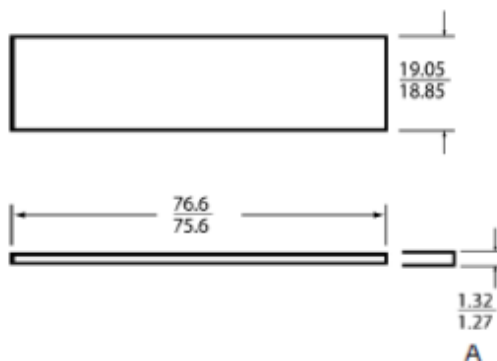


Рис. 2.

Для примера можно рассмотреть проведение опытно-технологических работ по первичному подбору режимов обработки внутреннего отверстия детали шасси «Подкос». С этой целью в деталь-имитатор устанавливаются контрольные пластины, после чего осуществляется упрочняющая обработка. В результате проведения опытно-технологических работ по первичной отладке режима упрочнения для детали «Подкос» из материала ВТ-22 получен следующий режим: расход дроби $Q = 1$ кг/мин; давление воздуха $P_v = 1,6$ бар.; скорость вращения сопла $V_r = 90$ об/мин; скорость подачи сопла $V_p = 1$ мм/с; время обработки $T = 2,5-20$ секунд. На данном режиме обработка контрольных пластин позволяет получить следующие результаты (табл. 1).

Табл. 1. Результаты

№	Время, с	Прогиб, мм	Площадь покр., %	Примечание
1	2,5	0,141	25	
2	5	0,210	50	
3	10	0,263	100	покрытие с временем Т
4	20	0,289	200	покрытие с удвоенным временем Т

По результатам обработки, как минимум, 4-х контрольных пластин осуществляется построение кривой насыщения. Полученная посредством расчётной программы построения кривой насыщения (рис. 3) точка насыщения фиксируется и проверяется перед каждой обработкой натурной детали.

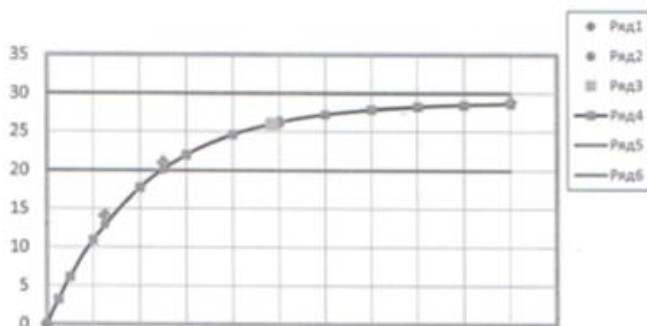


Рис. 3.

Для титанового сплава ВТ-22 прогиб контрольных пластин составляет 0,2-0,3 мм. В случае упрочнения тонкостенных деталей или деталей, подверженных разрушению, проводятся дополнительные исследования остаточных напряжений и испытания по исследованию долговечности.

Получив график насыщения при разной продолжительности обработки, можно предварительно определять интенсивность дробеструйной обработки и назначить такое время, которое позволит обеспечить требования конструкторской и технологической документации. По полученной интенсивности и режимам проводят обработку деталей и, в обязательном порядке, контроль повторяемости процесса.

Согласно графику насыщения для обеспечения интенсивности 0,2-0,3 мм необходимо обрабатывать поверхность на режимах, полученных с временем $T = 9,68$ секунд (время точки насыщения) и прогибе пластины $\Delta = 0,26 \pm 0,038$ мм согласно [4].

Заключение. Определение степени покрытия детали ударами дроби должно проводиться на различных участках обрабатываемых поверхностей. Эти участки могут включать в себя труднодоступные выемки и об-

ласти концентраторов напряжений. Отбор образцов обрабатываемых поверхностей должен проводиться в соответствии с требованиями технических условий процесса дробеструйной обработки. С этой целью применяются следующие методы:

– Визуальный контроль с использованием оптических устройств. Данный метод с использованием 10–30-кратного увеличения под микроскопом или с использованием лупы является стандартным методом контроля и оценки площади покрытия [5]. Более низкий коэффициент увеличения (вплоть до 1) может использоваться при наличии больших лунок – следов ударов дроби. При невозможности обнаружения лунок с использованием указанных выше коэффициентов увеличения могут использоваться оптические устройства с коэффициентом увеличения выше 30.

– Оптические анализаторы. Для оценки и контроля площади покрытия могут использоваться оптические анализаторы. Для правильной оценки площади покрытия такие системы должны быть откалиброваны для работы в конкретных условиях, так как различия в параметрах шероховатости поверхности, коэффициенте отражения и геометрии поверхности могут повлиять на показания прибора.

– Флуоресцентные индикаторы. Данные индикаторы представляют собой покрытия, которые наносятся на деталь до начала дробеструйной обработки. После окончания обработки по оставшейся площади покрытия можно оценить фактический охват детали.

Список использованных источников

1. Инструкция ВИАМ И1039-74 с. 1-14.
2. SAEJ442 Рекомендуемые методики обработки поверхности для транспортных средств. Контрольная пластина, держатель контрольной пластины и измеритель для дробеструйной обработки, 2013 г., 6 с. 2-6 с.
3. SAEJ2597 Рассчитанные на компьютере кривые насыщения дробеструйной обработки 2010 г., 6 с. 2-7.
4. SAEJ443 Рекомендуемые методы обработки поверхности для транспортных средств. Процедуры использования стандартной пластины Альмена в дробеструйной обработке, 2010 г., 9 с. 2-9.
5. SAEJ2277 Определение площади охвата при дробеструйной обработке, 2013 г., 7 с. 2-7.