

## ПРОБЛЕМЫ СОБЛЮДЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ДИСЦИПЛИНЫ ПРИ ИСПЫТАНИЯХ АВИАЦИОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Лобов Д.Д.

Научный руководитель: Иванова А.Д.

Россия, г. Уфа,

Уфимский государственный авиационный технический университет

***Аннотация.** При производстве авиационной техники особое внимание уделяется качеству продукции, поскольку любой дефект может спровоцировать гибель большого количества людей. Одним из инструментов, используемых в авиационной промышленности для достижения столь высокой планки качества, является технологическая дисциплина. В данной статье рассмотрены основные факторы, мешающие соблюдению технологической дисциплины при серийных испытаниях авиационных двигателей. Приведено определение технологической дисциплины и обоснование особой важности её соблюдения на конечных этапах производства. В качестве основных факторов, препятствующих соблюдению технологической дисциплины приведены: несовершенство документации, сложность освоения полного объема документации и сжатые сроки выполнения работ.*

***Ключевые слова:** качество, авиация, технология, технологическая дисциплина, серийное производство.*

Безопасность и регулярность полетов, экономические показатели использования летательных аппаратов во многом определяются их надежностью. Проблема обеспечения надежности стала особенно актуальной в настоящее время. Это объясняется в основном двумя факторами: продолжающимися усложнениями авиационной техники и увеличением объема воздушных перевозок. Для достижения требуемой надежности авиационной техники необходимо выпускать продукцию высочайшего качества.

Поэтому в процессе производства одной из важнейших задач, стоящих перед предприятием-производителем, является обеспечение выпуска продукции надлежащего качества, отвечающей всем предъявляемым к ней требованиям. Для соблюдения высокой планки качества на предприятиях-изготовителях авиационной техники действуют сложные системы управления качеством производства, включающей в себя разработку указаний и стандартов методов контроля соответствия продукции.

Одним из самых базовых методов является соблюдение технологической дисциплины. При производстве такой технически сложной техники, как авиационный двигатель, цена ошибки, влекущей за собой брак продукции, кратно возрастает при движении по технологической цепочке. Если шлифовщик механического цеха при изготовлении лопатки компрессора по какой-то причине повреждает её, ему необходимо просто сделать еще одну лопатку без дефектов. А вот

если действия испытателя-механика в испытательном цехе влекут за собой повреждение лопатки компрессора, то для устранения дефекта придется затратить намного больше усилий: передать двигатель на участок сборки разобрать его, собрать снова и т.д. По этой причине при испытании авиационных двигателей особое внимание уделяется соблюдению технологической дисциплины.

Задачей технологического процесса испытания авиационного двигателя (АД) является обеспечение испытания АД в кратчайшее время при наименьших затратах и при соблюдении необходимого объема проверок и наработки. Подразумевается, что двигатель, прошедший испытание в соответствии с технологическим процессом, является качественным и годным к сдаче потребителю. Понятие технологической дисциплины подразумевает строгое соблюдение технологического процесса [1].

Нарушение требований технологического процесса является нарушением технологической дисциплины. Соответственно, для исключения ошибки по своей вине, испытателю-механику достаточно просто следовать требованиям техпроцесса и делать «как написано». Тогда по какой же причине нарушения требований технологий встречаются регулярно, из года в год? В качестве основных можно выделить три причины: несовершенство документации, сложность освоения полного объема документации и излишне сжатые сроки выполнения работ.

Ни один технологический процесс (ТП) не является идеальным. Даже комплексная проверка содержания и оформления, включая нормоконтроль и утверждение у главных специалистов предприятия, не может исключить ошибки и неточности в ТП. Некоторые ошибки являются обыкновенными опечатками, другие вызваны недостаточной проработкой технологом выпускаемого ТП. Иногда ошибки связаны с «вышестоящей» конструкторской документацией, на основе которой создаются ТП.

Для улучшения качества ТП на крупных предприятиях существуют отделы рабочего изобретательства и оперативный профилактический контроль операций, которые имеют своей задачей привлекать рабочих и контролеров к совершенствованию технологических процессов путем подачи рационализаторских предложений. За каждое реализованное предложение автору выплачивается денежная премия, величина которой зависит от суммы полученной экономии. Методы рационализации технологического процесса должны являться основным рычагом усовершенствования ТП, повышения производительности труда, удешевления себестоимости продукции и повышения качества изделий. Однако, несмотря на предпринятые меры, исключить все ошибки в документации даже за несколько десятилетий не удается по причине большого объема документации.

Стоит отметить, что выполнение исполнителем работ вразрез с требованиями ТП по причине ошибок в этих требованиях не всегда квалифицируется как нарушение технологической дисциплины, но почти всегда наказуемо, поскольку, во-первых, любая ошибка в ТП требует немедленного устранения, а во-вторых, даже самый опытный исполнитель не имеет права принимать решение о признании требований ТП ошибочными.

Спецификой испытательного цеха является большой объем документации, которым приходится руководствоваться исполнителю ежедневно. Если рассмотреть испытательный цикл одного двигателя, включая только основные этапы: установка на стенд, непосредственно испытание и снятие двигателя со стенда, - обнаружится, что каждому из исполнителей в испытательной бригаде (состоящей обычно из 4-6 человек) необходимо руководствоваться ТП в объеме порядка 1500 листов А4. В случае проведения специальных испытаний (например, длительных испытаний – при которых двигатель испытывают в течение всего ресурса) или обнаружения дефекта в работе двигателя объем документации возрастает до 3000-3500 листов А4. И это если мы говорим про одну модель двигателя, а на сегодняшний день крупные предприятия выпускают по 5-7 моделей одновременно, соответственно, и объем возрастает в 5-7 раз.

При таком объеме возникает следующая проблема: с одной стороны, выучить все требования наизусть невозможно, даже при большом опыте работы, с другой стороны, постоянно заглядывать в технологию тоже не получается, поскольку от этого очень сильно страдает производительность. По этой причине в работе каждый из исполнителей находит для себя некий баланс путем выделения наиболее важных требований ТП, отбрасывая остальные. К сожалению, такой подход предполагает, что рано или поздно технологическая дисциплина будет нарушена.

Предприятия серийного производства характеризуются большим объемом выпуска продукции. Основной целью для подобных компаний является выпуск запланированного количества продукции. Не вдаваясь в подробности относительно методов составления плана по выпуску, скажем, что на сегодняшний день авиационных двигателей необходимо делать много, соответственно делать их необходимо быстро. Испытательный цикл одного изделия на сегодняшний день составляет 2-3 суток, и этой производительности может быть вполне достаточно для выполнения годовых нормативов по выпуску.

Однако здесь стоит отметить, что нормативы обычно включают в себя только новые изделия, а через испытательный цех проходят помимо них изделия после ремонта и изделия повторного испытания. Это существенно увеличивает объем работы. Вполне естественно, что руководство серийного предприятия материально стимулирует работников работать быстрее: дополнительная оплата зависит от величины выполнения плана. И эта стимуляция работает – каждый испытатель старается сделать все в максимально сжатые сроки. У исполнителя нет времени вдумчиво читать технологию и тем более нет времени её анализировать, что при работе в цехе испытания АД необходимо. Если он начнет это делать, упадет заработная плата, а вот если он пару раз нарушит требования технологии и этого никто не заметит – не произойдет ничего. Времени на совершенствование ТП тоже может не оказаться.

Для сравнения: на авиационных заводах опытного производства в процессе предсерийного изготовления (уже после доводки конструкции) на испытания одного двигателя в среднем уходит 1-2 недели (в серийном производстве 2-3 суток). Подобные предприятия могут себе это позволить, ведь их прибыль не зависит от скорости выпуска.

Из описанного выше можно сделать вывод, что соблюдение технологической дисциплины не так уж и просто: в испытательном цикле при работе стоит руководствоваться документацией с объемом более чем в 1500 страниц в течение 2 суток, а затем при поступлении другого типа изделия для руководства приходится использовать другие 1500 страниц. Стоит также отметить, что испытания двигателя от начала и до конца одна испытательная бригада не успевает, за цикл испытаний сменяется от 2 до 4 рабочих смен. Соответственно цикл использования документации сокращается еще сильнее и в итоге получается ситуация, в которой испытатель, выходя в одну смену должен знать одни 1500 страниц, а выходя в следующую - уже совсем другие. Путей решения этой проблемы два: увеличение степени автоматизации испытаний и изменение мотивационной политики оплаты труда исполнителей.

Увеличение степени автоматизации процесса испытаний подразумевает под собой использование такого программно-аппаратного комплекса, который позволил бы привлекать испытателя-механика только для оценки результатов, регулировки параметров двигателя или для устранения неисправностей. Подобный подход увеличивает производительность труда и, одновременно с этим, снижает объем документации, требуемой в работе. Сокращение временных затрат при использовании машинного труда вместо ручного достаточно очевидно, а снижение объема документации можно пояснить на следующем примере. При испытаниях оцениваются параметры на различных видах переменных режимов работы двигателя, при этом для каждого вида набор параметров и норматив на величину параметра свой. При обработке всех переменных режимов автоматической системой испытателю-механику больше не будет необходимости знать все эти нормативы (или знать, в какой технологии они приведены).

Изменение мотивационной политики оплаты труда не должно повлечь за собой полный отказ от поощрения за быстрое выполнение работ. Однако баланс должен быть смещен в сторону именно поощрения, т.е. разница в заработной плате работника, выполнившего свою работу в соответствии с нормативом времени, не должна отличаться более, чем на 5-7% от зарплаты работника, норматив опередившего. Быстрое выполнение работы должно отмечаться небольшим бонусом, а не кратно увеличивать заработную плату. Основной составляющей, значительно влияющей на величину заработной платы должно быть качество выполнения работ.

На данный момент с этой стороны рассматриваются только критические случаи: при пропуске дефекта в эксплуатацию или повреждении двигателя по вине испытательной бригады, вся бригада лишается большей части вознаграждения. При этом с точки зрения показателей качества можно выделить еще два критерия оценки испытателя, среди них: количество перенастроек двигателя в ходе одного испытания, правильность заполнения документации. С помощью данных критериев можно отмечать специалистов, наиболее ответственно выполняющих работу. И, конечно же, важно обучать молодых технических специалистов «объективно оценивать рабочую ситуацию и самостоятельно, с социальной и нравственной ответственностью, принимать решения» [3].

## Библиографический список

1. Рахимьянов Х.М., Красильников Б.А., Мартынов Э.З. Технология машиностроения. Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2014. 253 с.
2. Испытания авиационных двигателей / под ред. В.А. Григорьева, А.С. Гишварова. М.: Инновационное машиностроение, 2019. 542 с.
3. Бильдер Е.А., Иванова А.Д. Современные требования к развитию инженерного образования: формирование проектного мышления и управленческих навыков // Инженерное мышление: особенности и технологии воспроизводства: матер. научн.-практ. конф. Екатеринбург: Деловая книга. 2018. С. 139-143.

### PROBLEMS OF COMPLIANCE WITH TECHNOLOGICAL DISCIPLINE IN TESTING AIRCRAFT ENGINES

Lobov D.D.

Scientific adviser: Ivanova A.D.

*Ufa State Aviation Technical University, Ufa, Russia*

**Abstract.** *In the production of aircraft, special attention is paid to product quality, since any defect can provoke the death of a large number of people. One of the tools used in the aviation industry to achieve such a high standard of quality is technological discipline. This article discusses the main factors that hinder the observance of technological discipline during serial testing of aircraft engines. The definition of technological discipline and the justification of the special importance of its observance at the final stages of production are given. As the main factors hindering the observance of technological discipline, the following are given: imperfection of documentation, difficulty in mastering the full volume of documentation and short deadlines for completing work.*

**Keywords:** *quality, aviation, technology, technological discipline, serial production.*