

КРЫЛЬЯ РОДИНЫ

ISSN 0130-2701

НАЦИОНАЛЬНЫЙ АВИАЦИОННЫЙ ЖУРНАЛ

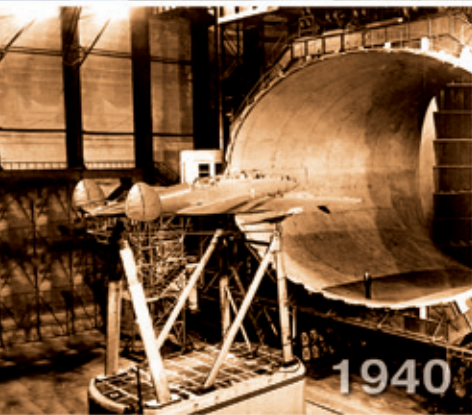
9-10 2018

100

ЛЕТ
АВИАЦИОННОЙ
НАУКИ



2018



© «Крылья Родины»
9-10-2018 (783)
Ежемесячный национальный
авиационный журнал
Выходит с октября 1950 г.

Учредитель: ООО «Редакция журнала «Крылья Родины-1»
111524, г. Москва, ул. Электродная, д. 4Б (оф. 214)

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ДИРЕКТОР
Д.Ю. Безобразов

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР
С.Д. Комиссаров

ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЕН. ДИРЕКТОРА
Т.А. Воронина

ДИРЕКТОР ПО МАРКЕТИНГУ И РЕКЛАМЕ
И.О. Дербинова

ОБОЗРЕВАТЕЛЬ
Е.Д. Згировская

РЕДАКТОР
А.Ю. Самсонов

КИНО-ФОТОКОРРЕСПОНДЕНТЫ:
С.И. Губин
И.Н. Егоров

КОРРЕСПОНДЕНТЫ:

Ульрих Унгер (Германия), Карло Кёйт (Нидерланды),
Пауль Кивит (Нидерланды), А.С. Берестов,
М.Ю. Булычев, Д.В. Городнев, А.В. Ключев, И.В. Котин,
Е.Н. Лебедев, Ю.А. Лорис, А.С. Медведев, Г.А. Орлов,
Д.В. Подвальнюк, А.И. Сдатчиков, Д.Е. Солоков,
Л.В. Столяревский, И.А. Теушакова, М.Е. Чегодаев,
А.Б. Янкевич

ВЕРСТКА И ДИЗАЙН
Л.П. Соколова

НАЦИОНАЛЬНЫЙ АВИАЦИОННЫЙ ПОРТАЛ

www.KR-media.ru

Адрес редакции:

111524 г. Москва, ул. Электродная, д. 4Б (оф. 214)

Тел.: 8 (499) 929-84-37

Тел./факс: 8 (499) 948-06-30, 8-926-255-16-71,

www.kr-magazine.ru

e-mail: kr-magazine@mail.ru

Для писем:

111524, г. Москва, ул. Электродная, д. 4Б (оф. 214)

Авторы несут ответственность за точность приведенных фактов, а также за использование сведений, не подлежащих разглашению в открытой печати. Присланные рукописи и материалы не рецензируются и не высылаются обратно.

Редакция оставляет за собой право не вступать в переписку с читателями. Мнения авторов не всегда выражают позицию редакции.

Журнал зарегистрирован в Министерстве РФ по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций.

Свидетельство о регистрации ПИ № ФС 77-522 от 19.12.2012г.

Подписано в печать 15.09.2018 г. Дата выхода в свет 22.10.2018 г.

Номер подготовлен и отпечатан в типографии:

ООО "МедиаГранд"

г. Рыбинск, ул. Луговая, 7

Формат 60x90 1/8 Печать офсетная. Усл. печ. л. 35

Тираж 8000 экз. Заказ № 9724

Цена свободная

E-mail: kr-magazine@mail.ru
КРЫЛЬЯ
РОДИНЫ

ISSN 0130-2701

9-10 СЕНТЯБРЬ-ОКТЯБРЬ

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ РЕДАКЦИОННОГО СОВЕТА

Чуйко В.М.

Президент Ассоциации

«Союз авиационного двигателестроения»

ЧЛЕНЫ РЕДАКЦИОННОГО СОВЕТА

Александров В.Е.

Генеральный директор

ПАО «Международный аэропорт «Внуково»

Артюхов А.В.

Генеральный директор АО «ОДК»

Бабкин В.И.

Заместитель генерального директора

ФГУП «ЦИАМ им. П.И. Баранова»

Бобрышев А.П.

Вице-президент ПАО «ОАК»

Богуслаев В.А.

Президент АО «МОТОР СИЧ»

Бурматов С.В.

Советник генерального директора

АО «РТ-Техприемка»

Власов П.Н.

Начальник ФГБУ

«НИИ ЦПК имени Ю.А. Гагарина»

Горбунов Е.А.

Генеральный директор

Союза авиапроизводителей России

Гуртовой А.И.

Заместитель генерального директора

ОАО «ОКБ им. А.С. Яковлева»

Джанджгава Г.И.

Президент,

Генеральный конструктор АО «РПКБ»

Елисеев Ю.С.

Исполнительный директор

АО «Металлист-Самара»

Иноземцев А.А.

Генеральный конструктор

АО «ОДК-Авиадвигатель»

Каблов Е.Н.

Генеральный директор

ФГУП «ВИАМ», академик РАН

Комиссаров С.Д.

Главный редактор журнала

«Крылья Родины»

Кравченко И.Ф.

Генеральный конструктор

ГП «Ивченко-Прогресс»

Кузнецов В.Д.

Генеральный директор

ОАО «Авиапром»

Марчуков Е.Ю.

Генеральный конструктор –

директор филиала «ОКБ им. А.Люльки»

Новожилов Г.В.

Главный советник

генерального директора

ПАО «Ил», академик РАН

Попович К.Ф.

Вице-президент

АО «Корпорация «Иркут»

Ситнов А.П.

Президент, председатель совета

директоров ЗАО «ВК-МС»

Сухоросов С.Ю.

Генеральный директор

ПАО «НПП «Аэросила»

Тихомиров Б.И.

Генеральный директор

АО «Казанский Гипрониавиапром»

Туровцев Е.В.

Генеральный директор

ООО «МАНЦ «Крылья Родины»

Шапкин В.С.

Генеральный директор

ФГУП ГосНИИ ГА

Шахматов Е.В.

ФГАОУ ВО «СГАУ имени академика

С.П. Королева»

Шибитов А.Б.

Заместитель генерального

директора АО «Вертолеты России»

Шильников Е.В.

Генеральный директор

АО «Металлургический завод

«Электросталь»

ГЕНЕРАЛЬНЫЕ ПАРТНЕРЫ:



Ассоциация «Союз
авиационного двигателестроения» («АССАД»)



ОАО «Авиапром»



Союз авиапроизводителей
России



Российский профсоюз
трудящихся авиационной
промышленности



ПАО «ОАК»



АО «Вертолеты России»



АО «ОДК»



АО «Корпорация
«Тактическое ракетное
вооружение»

ТЕХНОДИНАМИКА

АО «Технодинамика»



АО «Концерн
Радиоэлектронные
технологии»



АО «Рособоронэкспорт»



АО «Концерн ВКО
«Алмаз-Антей»



Московский
Авиационный
Институт



ПАО «Международный аэропорт
«Внуково»



ФГУП
«Госкорпорация
по ОрВД»

СОДЕРЖАНИЕ

Виктор Кузнецов

ВЕКОВОЙ ЮБИЛЕЙ ЦАГИ – ПРАЗДНИК ВСЕЙ
АВИАЦИОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ РОССИИ
4

Андрей Епишин

АВИАСТРОЕНИЕ – ЭТО КОМПЛЕКСНАЯ ОТРАСЛЬ,
КОТОРАЯ ЯВЛЯЕТСЯ ОСНОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ,
НАУЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ОБОРОНОСПОСОБНОСТИ
НАШЕГО ГОСУДАРСТВА
16

Кирилл Сыпало

ЦАГИ – ВЕК В ОСНОВЕ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ АВИАЦИИ
20

Михаил Гордин

ЦИАМ – НАУЧНЫЙ ЦЕНТР ОТЕЧЕСТВЕННОГО
АВИАЦИОННОГО ДВИГАТЕЛЕСТРОЕНИЯ
25

Виктор Марков

ПОКОРЕНИЕ НЕБА НАЧИНАЕТСЯ НА ЗЕМЛЕ: 65 ЛЕТ
НАЦИОНАЛЬНОЙ ИСПЫТАТЕЛЬНОЙ БАЗЕ АВИАЦИОННОГО
ДВИГАТЕЛЕСТРОЕНИЯ
30

Сергей Желтов, Евгений Федосов

МЕСТО ГОСНИИАС В АВИАЦИОННОЙ НАУКЕ
32

Михаил Громов, Рубен Есяян, Олег Страдомский, Вадим Филиппов, Василий Шапкин

О РОЛИ И МЕСТЕ ГОСУДАРСТВЕННОГО НАУЧНО-
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ИНСТИТУТА ГРАЖДАНСКОЙ
АВИАЦИИ В ОТЕЧЕСТВЕННОМ АВИАСТРОЕНИИ
34

Екатерина Згировская

АВАТАР И ЛАЗЕРНЫЙ ТРЕКИНГ: ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
ПРОГРАММЫ МС-21
41

Мкртич Окроян

«ТЕХНОПАРК БЛМЗ» СТАНЕТ ИННОВАЦИОННОЙ СРЕДОЙ
ДЛЯ АКТИВНЫХ ЛЮДЕЙ
44

Илья Кабанов

АО «МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ ЗАВОД «ЭЛЕКТРОСТАЛЬ» –
ПЕРЕДОВЫЕ НАУЧНЫЕ РАЗРАБОТКИ, ВОПЛОЩЕННЫЕ В
МЕТАЛЛ
47

СУДЬБА В ДИНАМИКЕ

(Как история МАИ стала частью истории ЦАГИ и наоборот)
48

Ольга Тушавина

АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ МАИ: 50 ЛЕТ ВЫСОКИХ
ПОЛЁТОВ
52

Екатерина Згировская

КОРОЛИ СООСНОЙ СХЕМЫ:
70 ЛЕТ ПОЛЕТА ОКБ им. Н.И. КАМОВА
54

Владимир Архипов

АО «КАМОВ» И АО ЭОКБ «СИГНАЛ» им. А.И. ГЛУХАРЕВА:
ИСТОРИЯ УСПЕШНОГО СОТРУДНИЧЕСТВА
62

ПАРТНЁРСТВО СПБ ОАО «КРАСНЫЙ ОКТЯБРЬ»

И АО «КАМОВ» – НАДЁЖНОСТЬ ВО ВСЁМ
63

Никогос Окроян

БЛМЗ ГОТОВ К РАСШИРЕНИЮ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С
ВЕРТОЛЕТНОЙ ОТРАСЛЮ
64

Наталья Менькова

БОЕВАЯ ЕДИНИЦА ИЗМЕРЕНИЯ - «1 НИКУЛИН»
(К 60-летию Сергея Вячеславовича Никулина)
66

Виктор Чуйко

НАУКА – ЭТО МОЗГ И ЛОКОМОТИВ АВИАПРОМА, БЕЗ
НАУКИ НЕ БЫЛО БЫ АВИАЦИИ
72

Полина Ишкинина

КАПИЛЛЯРНЫЙ КОНТРОЛЬ ОБЕСПЕЧИВАЕТ ВЫСОКОЕ
КАЧЕСТВО РЕМОНТА И НАДЕЖНОСТЬ ЭКСПЛУАТАЦИИ
АВИАТЕХНИКИ
78

Збынек Завадил

СИСТЕМЫ КАПИЛЛЯРНОГО КОНТРОЛЯ «АТG»
АДАПТИРОВАНЫ ДЛЯ РАБОТЫ С РОССИЙСКИМИ
И ЗАРУБЕЖНЫМИ ДЕФЕКТОСКОПИЧЕСКИМИ
МАТЕРИАЛАМИ
80

Зденек Марек

ПОДГОТОВКА ПОВЕРХНОСТИ ДЕТАЛЕЙ ИЗ ТИТАНА
НА ОБОРУДОВАНИИ КОМПАНИИ «ESA PLATING» – КАК
ОДИН ИЗ ЭТАПОВ КАЧЕСТВЕННОГО НЕРАЗРУШАЮЩЕГО
КОНТРОЛЯ
82

Сергей Ершов

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КАПИЛЛЯРНОГО
КОНТРОЛЯ: ПЕРСПЕКТИВЫ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ,
АВТОМАТИЗАЦИИ И БЕЗОПАСНОСТИ ПРОЦЕССА
84

Ольга Пономарева

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КОНТРОЛЯ ДЕТАЛЕЙ
ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫМ МЕТОДОМ ЛЮМ-33-ОВ
85

МОТОР ЗАПОРОЖСКОЙ СИЧИ

(К 80-летию Вячеслава Александровича Богуслаева)
88

Татьяна Кожина

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ И ИННОВАЦИОННАЯ
ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ РГАТУ ИМЕНИ П.А. СОЛОВЬЕВА
100

Екатерина Згировская

У БУДУЩЕГО ЕСТЬ ИМЯ – ПД-35
104

Лариса Аверьянова

МОСКОВСКИЙ КОЛЛЕДЖ БИЗНЕС-ТЕХНОЛОГИЙ: «ПОД
ТРЕБОВАНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ МОЖЕМ ОТКРЫТЬ ЛЮБОЙ
ПРОФИЛЬ ОБУЧЕНИЯ»
106

Георгий Уваров

IV СЪЕЗД АВИАПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ РОССИИ
В КАЗАНИ – ДОСТИЖЕНИЯ АВИАПРОМА,
ПУТИ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМНЫХ ВОПРОСОВ
111

Алексей Тихомиров

АВИАОТРАСЛИ НУЖНА КОНКРЕТНАЯ И ПОНЯТНАЯ
СТРАТЕГИЯ РАЗВИТИЯ»
122

Георгий Уваров

«АВИАСТРОИТЕЛЬ ГОДА»: ДОСТИЖЕНИЯ РОССИЙСКОГО
АВИАПРОМА В ДЕВЯТИ НОМИНАЦИЯХ

124

ПИЛОТАЖНЫЙ КОМПЛЕКС ПКВ-171А: ПРОВЕРЕН
МОРОЗАМИ

131

АО «РПКБ», совместно с ФГБОУ ВО «МГТУ им.Н.Э.Баумана»
и НО «Фонд содействия развитию науки, инноваций и
технологий» стало Лауреатом конкурса «Авиастроитель года»
в номинации «За подготовку нового поколения специалистов
авиастроительной отрасли среди предприятий»

132

Георгий Уваров

«АРМИЯ-2018»: БОЛЬШОЙ СМОТР ВОЕННОЙ АВИАЦИИ
РОССИИ

134

Арсений Брыкин

В ходе Международного военно-технического форума
«Армия-2018» представил стратегию HR с точки зрения
Hi-Tech оборонно-промышленного комплекса и рассказал,
почему новый подход в работе оборонных предприятий
с ВУЗами сегодня наиболее эффективный

142

КОМПЛЕКС ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ РАЗВЕДКИ АПЗ -
ПРИЗНАН ЛУЧШИМ

144

НЕБО — ЕГО ОБИТЕЛЬ

(к 70-летию Виктора Георгиевича Пугачева)

146

Константин Григорьев

КТО ЭТИ ЛЮДИ? – ЗЕМЛЯНЕ

152

Ольга Соколова, Эдуард Дудар

ОРБИТАЛЬНЫЙ КОРАБЛЬ «БУРАН» – 30 ЛЕТ СО ДНЯ
КОСМИЧЕСКОГО ПОЛЁТА И АВТОМАТИЧЕСКОЙ ПОСАДКИ.
ИТОГИ И ПЕРСПЕКТИВЫ

154

Сергей Дроздов

ЗВЕЗДНЫЙ «ТАНДЕМ»

160

Олег Гуляев

К 30-ЛЕТИЮ СО ДНЯ ПЕРВОГО ПОЛЕТА КОСМИЧЕСКОГО
КОРАБЛЯ «БУРАН»

167

«ВОСХОД» В КОСМОСЕ...

168

Василий Подколзин

«Г.Е. ЛОЗИНО-ЛОЗИНСКИЙ ДАЛ РОЖДЕНИЕ
ЦЕЛОМУ НАПРАВЛЕНИЮ АЭРОКОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ»

170

ГЛАВНЫЙ КОНСТРУКТОР

(К 85-летию Виктора Ивановича Зазулова)

173

Юрий Вязанкин

ОБ ЭТОМ МАЛО КТО ЗНАЕТ...

(записки участника программы подготовки
лётчиков-испытателей многоуровневой системы
«Энергия – Буран» на этапе её создания)

174

Георгий Уваров

«ГИДРОАВИАСАЛОН-2018»: АВИАЦИЯ, КОНТРАКТЫ,
ТЕХНОЛОГИИ

178

В Красноярске прошел Конкурс профессионального
мастерства инженерно-технического персонала служб
ЭРТОС ФГУП «Госкорпорация по ОрВД»

186

Андрей Самсонов

«СОЗДАНЫ ВСЕ НЕОБХОДИМЫЕ УСЛОВИЯ ДЛЯ
РАЗВИТИЯ»

188

Карло Кёйт и Пауль Кивит

СТОЛЕТИЕ ВВС АЗЕРБАЙДЖАНА

192

Дмитрий Комиссаров, Ефим Гордон

ФАРНБОРО-2018: ЮБИЛЕЙНЫЙ САЛОН...

БЕЗ НАС (ПОЧТИ)

200

Екатерина Згировская

ДЕБЮТ МиГ-29 НА FARNBOROUGH-88: «ФАРНБОРО
НАУЧИЛО НАС ГОРДИТЬСЯ СВОИМ ТРУДОМ И
ПОДАРИЛО СОЗНАНИЕ ПОБЕДИТЕЛЕЙ»

209

Игорь Михелевич

RADOM AIRSHOW 2018: ПОЛЬША ПРАЗДНУЕТ
100-летие СВОИХ ВВС

212

Дмитрий Комиссаров, Ефим Гордон

RIAT-2018: «ПОДМОЧЕННЫЙ» ЮБИЛЕЙ

218

Сергей Дроздов

ГРАЖДАНСКАЯ АВИАЦИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

226

Василий Золотов

Ту-154 и Ил-96

236

Олег Лавричев

ВЕЛИКИЙ СОЗИДАТЕЛЬ

(К 100-летию первого генерального директора Арзамасского
приборостроительного завода Павла Ивановича Пландина)

238

ДВИГАТЕЛЬ ВК-1: ИЗ ПОРШНЕВОЙ ЭРЫ – В РЕАКТИВНУЮ

244

Василий Золотов

Вертолетное КБ Н.И. Камова

248

ИНТЕРВЬЮ ЛЕТЧИКА-ИСПЫТАТЕЛЯ

(Петр Максимович Остапенко)

250

Ольга Корниенко

ПАМЯТЬ ЖИВА

(К 115-летию со дня рождения А.Г. Ивченко)

264

Василий Золотов

P-5

268

Андрей Симонов

ПРОФЕССИОНАЛЫ

(К 95-летию со дня рождения В.П. Васина и М.К. Агафонова)

270

Сергей Комиссаров

ТЕХНОПОЛИС В ПУСТЫНЕ СИНЬЦЗЯНА
(О ЗАВОДЕ № 600 НКАП)

274

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КАПИЛЛЯРНОГО КОНТРОЛЯ: ПЕРСПЕКТИВЫ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ, АВТОМАТИЗАЦИИ И БЕЗОПАСНОСТИ ПРОЦЕССА



Сергей Геневич Ершов,
*технический директор компании «АктивТестГруп»,
кандидат физико-математических наук*

*Безопасность и высокое качество – важнейшие критерии для промышленности, но их обеспечение требует самого жесткого контроля, своевременного выявления малейших опасных дефектов и их оперативного исправления. Сегодня необходимо иметь возможность провести диагностику на любом этапе жизненного цикла продукции. Это реализуемо, если применять **неразрушающие методы** контроля, идея которых в том, чтобы проводить анализ надежности и необходимых параметров всего объекта или отдельных его узлов, не выводя сам объект из работы и не демонтируя его.*

Одним из наиболее чувствительных методов неразрушающего контроля, особенно востребованным в авиационной отрасли, является **контроль проникающими веществами**. Главные векторы развития этого метода в России и за рубежом – это разработка и внедрение новых дефектоскопических материалов, повышение безопасности процесса контроля для персонала и частичная автоматизация процесса контроля.

Цель **капиллярного контроля** в обнаружении дефектов микронных размеров, поэтому поиск способов повышения эффективности всех этапов контроля является наиболее актуальным направлением развития метода и реализующих его технологий.

Однако основная методика капиллярного контроля не изменялась в течение многих лет. В существующей сегодня технологии капиллярного контроля и реализующем ее оборудовании есть ряд проблемных моментов:

- оборудование для капиллярного контроля имеет большие габариты и требует для размещения значительных производственных площадей, которыми зачастую предприятия не обладают;
- процесс капиллярного контроля связан с постоянным контактом персонала с вредными веществами;
- качество капиллярного контроля сильно зависит от влияния человеческого фактора;
- классическая сушка изделий нагреванием связана с большими временными и энергетическими затратами, что делает процесс капиллярного контроля очень длительным (продолжительность его составляет около 3 часов на один цикл контроля);
- сушка нагреванием недостаточно эффективно удаляет воду из полостей микронных трещин, что негативно сказывается на качестве контроля ответственных деталей;
- ультразвуковая очистка, применяемая для подготовки изделий перед капиллярным контролем, недостаточно эффективна при удалении загрязнений из полостей дефектов;
- при классическом временном способе пропитки пенетрантом последний проникает в полости трещин на незначительную глубину, что, в целом, негативно влияет на выявляемость критичных дефектов.

ООО «АктивТестГруп», Санкт-Петербург, разрабатывает и поставляет оборудование для капиллярного контроля на российском рынке. На Научно-техническом совете АССАД «Новые технологии проведения неразрушающего контроля деталей авиационного назначения» специалисты АктивТестГруп представили полностью **автоматизированную установку для капиллярного контроля серии КАМА и реализуемую в ней технологию капиллярного контроля FPI All-in-VAC**. Это полностью отечественные разработки, защищенные патентом на территории РФ.

Установка КАМА позволяет решить ряд из перечисленных проблем капиллярного контроля и имеет перспективы в направлениях повышения надежности капиллярного контроля, достоверности, воспроизводимости его результатов, а также перспективного увеличения его чувствительности.

В компактных установках серии КАМА (FPI All-in-VAC) реализован полный цикл капиллярного контроля и созданы условия для проведения некоторых этапов процесса в условиях давления, отличного от атмосферного, что позволяет достичь следующих результатов:

- провести весь процесс в одной компактной установке на малой производственной площади, сократить производственную площадь минимум в три раза;
- исключить контакт персонала с вредными веществами;
- полностью автоматизировать процесс капиллярного контроля и создать тем самым предпосылки для продления ресурса изделий (в том числе авиационных двигателей);
- исключить из процесса самые затратные по времени операции (сушку нагреванием и остывание изделия) и сократить длительность процесса минимум в три раза;
- создать условия для реализации эффективных способов очистки изделий перед контролем, таких как компрессионная и мягкая ультразвуковая очистка и пр.;
- интенсифицировать процесс пропитки изделий пенетрантом под вакуумом и увеличить глубину его проникновения в дефекты;
- интенсифицировать процесс проявления под вакуумом.

Экспериментальная установка серии КАМА была опробована ФГУП

ВИАМ, а применяемая в ней технология показала полное соответствие I условному уровню чувствительности по ГОСТ 18442-80.

Внедрение установок серии КАМА с технологией FPI All-in-VAC позволит предприятиям различных отраслей, в том числе и авиационной, вывести контроль продукции на качественно новый уровень и получить ряд как технологических, так и экономических эффектов:

- улучшить качество контроля и, если это необходимо, повысить его чувствительность;
- повысить безопасность процесса для персонала и окружающей среды;
- реализовать на предприятии принципы бережливого производства;
- сократить затраты ресурсов: производственных площадей, энерго- и водных ресурсов, кадровых ресурсов;
- повысить оперативность контроля и значительно сократить длительность технологического цикла.

