

УДК 621.45.01:620.179.1

doi: 10.32620/aktt.2021.4sup1.01

В. В. КОКОТИНА, Л. А. ЛЕСНАЯ, В. Г. ХАРЧЕНКО

ГП «Ивченко-Прогресс», Запорожье, Украина

ВЛИЯНИЕ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ФАКТОРА ПРИ СОЗДАНИИ АВИАЦИОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Обеспечение безопасности системы гражданской авиации – основная цель деятельности Международной организации гражданской авиации (ИКАО) и «человеческий фактор» определяется как приоритетный в сфере обеспечения безопасности полетов. Учитывая разнообразие факторов, потенциально влияющих на характеристики работоспособности человека, неудивительно, что ошибки человека признаются главным причинным фактором практически во всех авиакатастрофах и авиационных происшествиях с момента возникновения авиации. На надежность и безопасность полетов оказывают влияние: качество подготовки авиационной техники к полету, качество изготовления, сборки, сдаточных и предполетных испытаний, качество конструирования летательных аппаратов, двигателей. Качество изготовления подтверждается выполнением контроля на каждой стадии изготовления. В любой деятельности «человеческий фактор» проявляется ошибками, оплошностями и упущениями, или просчетами, которые допускает человек, выполняя свою работу в определенных условиях. Теория возникновения и предотвращения ошибок, связанных с физиологией человека и окружающей средой, описана «теорией домино» Г. Хайнриха. Человеческие ошибки образуют последовательности, в которых первая ошибка вызывает цепь последующих, удержав одну из костей, стоящих друг за другом, можно предотвратить последствия аварии в виде материального ущерба или несчастного случая. Физиологические особенности человека, такие как зрение, могут быть одной из костей домино и привести к ошибочным действиям. В современном мире актуальны неразрушающие методы контроля и роль дефектоскописта, определяющего характер дефекта достаточно велика. Регулярный контроль зрения (профилактический осмотр) позволяет выявить потенциальные проблемы со зрением у специалиста, которые могут привести к ошибочным действиям. Изучение человеческого фактора является основополагающим в понимании контекста, в котором нормальный, здоровый, квалифицированный, снабженный хорошим оборудованием и достаточно мотивированный персонал совершает ошибки, часть из которых с фатальными последствиями и, если причины ошибок человека будут правильно поняты, появится возможность разработки более эффективных стратегий предотвращения ошибок, их контроля и безопасного устранения.

Ключевые слова: человеческий фактор; авиация; зрение; модель SHELL; принцип «домино»; контроль.

1. Человеческий фактор в авиации

В современной жизни трудно найти словосочетание, которое применялось бы столь часто и повсеместно, имея, при этом, совершенно разные толкования. В социогуманитарной литературе под «человеческим фактором» принято называть функционирование человека как субъекта деятельности в разных сферах социальной жизни. В техническом знании «человеческий фактор» исследуется, главным образом, в контексте проблем безопасности различных технических систем и обозначает интегральные характеристики связи человека и технического устройства, проявляющиеся в конкретных условиях их взаимодействия при функционировании эргатической системы. Столь широкой разности мнений о «человеческом факторе», в том числе и в авиации, требует достаточно внимательного и последовательного рассмотрения правильности толкования и применения этого словосочетания.

В такой высокотехнологической отрасли человеческой деятельности, как авиация, фокус решения проблем часто полностью сосредотачивается на технических вопросах. Для принятия технических решений при возникновении проблем мы обращаемся к инженерам, хотя статистика авиационных происшествий свидетельствует, что по крайней мере три из четырех авиационных происшествий случаются в результате рабочих ошибок, совершаемых явно здоровыми и должным образом сертифицированными людьми. В погоне за новыми технологиями часто забываются взаимодействующие между собой и пользующиеся этими технологиями люди, которым свойственно ошибаться.

Сегодня человеческий фактор продолжает оставаться причиной 80 процентов авиационных событий и, конечно, является не только элементом статистики, но и темой многочисленных научных исследований. Потребности в этих исследованиях достаточно острые, многое, созданное в инженерной

психологии, физиологии в середине прошлого века советской наукой, до сих пор остается наиболее разработанной частью, а достаточно большой провал в 90-х годах прошлого века только сейчас начинает компенсироваться появлением новых научных подходов и теорий. Все они призваны снижать возможность ошибок, особенно в таких областях, где риск человеческой ошибки велик. Человеческий фактор – это слабое звено (таблица 1).

Таблица 1
Доля факторов, влияющих на безопасность полетов

Доля, %	Начало XX в.	Середина XX в.	Настоящее время
Технический фактор	90	50	18
Человеческий фактор	5	45	80
Неблагоприятные внешние условия	5	5	2

Под человеческим фактором в авиации следует понимать условия, причины возникновения ошибочных действий пилота (летных экипажей, лиц, связанных с обеспечением и обслуживанием полетов) в его (их) взаимодействии с авиационной техникой, вызванные эргономическим несовершенством техники и несоответствием психофизиологическим возможностям пилота (указанных лиц).

Личностный фактор определяет поступки только одного человека, человеческий фактор может характеризовать деятельность многих людей.

Показатели причинности авиационных происшествий вековой давности, мало чем отличаются от существующих современных, в лидерах фигурирует личностный, а не «человеческий» фактор (рис. 1).

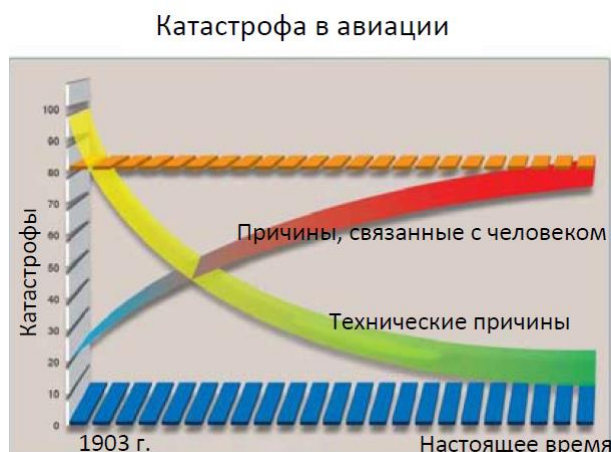


Рис. 1. Уровень катастроф

С целью уменьшения количества авиационных происшествий мировая общественность все более

старается понять, какова роль человеческого фактора в причинах авиационных происшествий. Исходя из трагических данных об авиационных происшествиях, которые почти всегда происходят по причине недостатков в применении знаний о человеческом факторе, ИКАО ввела курс обучения человеческого фактору в свои требования к подготовке и выдаче свидетельств авиационному персоналу (Приложение 1 (1989 г.)).

Кроме того, главным образом через посредство исследовательской группы по изучению безопасности полетов и человеческому фактору, ИКАО с 1990 года занималась повышением осведомленности о человеческом факторе международного авиационного сообщества.

Обучение человеческому фактору на предприятии одно из требований сертификационных органов.

При сертификации предприятий Государственной авиационной службой Украины в соответствии с требованиями Part-145 предприятие должно иметь руководство организации, в котором в приложении должен быть курс обучения по теме: «Человеческий фактор при техническом обслуживании авиационных двигателей».

В целях оказания методической помощи предприятиям, которые сертифицированы на соответствие требованиям Part-145, Авиационный регистр межгосударственного авиационного комитета выпустил директивное письмо ДП № 05-2016 [1].

В соответствии с требованиями предприятие должно иметь достаточное число квалифицированного производственного и административно-управленческого персонала. На современном этапе развития гражданской авиации кроме необходимого опыта работы и квалификации, уровень компетентности определенных категорий персонала должен также включать понимание вопросов человеческого фактора и свойств человека, связанных с функциями и обязанностями данных должностных лиц на предприятии. Данное директивное письмо содержит типовую программу по обучению курса «человеческий фактор».

При сертификации фирмой «Бюро Веритас Сертификейш Украина» в соответствии с требованиями ДСТУ ISO 9001:2015 предприятие должно установить, обеспечивать и поддерживать условия, необходимые для выполнения процессов и достижения соответствия продуктов и услуг [2].

Выполняя требования сертификационных органов на нашем предприятии проводится обучение по человеческому фактору, вновь поступившие проходят первичное обучение в течение 6 месяцев с момента поступления на работу, повторное обучение проводится каждые 2 года. После обучения персонал изучивший курс «человеческий фактор» сдает

тесты. В результате письменного тестирования необходимо набрать не менее 75 % правильных ответов.

2 Взаимосвязь человека с машиной, средой и другими людьми

Человеческий фактор – это человек в его взаимосвязи с машиной, средой, другими людьми. Эти компоненты нельзя отделять друг от друга, ибо если мы рассматриваем их в отдельности, то не найдем истинную причину ошибок, приводящих к серьезным последствиям.

Эту взаимосвязь хорошо описывает модель SHEL (иногда называемую моделью SHELL). Эта модель представляет собой одну из разработок традиционной системы “человек-машина-среда”. Основное внимание в ней уделяется человеку и его взаимодействию с другими компонентами авиационной системы. Аббревиатура SHEL составлена из начальных букв английских названий ее четырех составных элементов: L-Liveware - люди на рабочих местах, H-Hardware - машины и оборудование, S-Software - правила, подготовка, документация, E-Environment - эксплуатационные условия, в которых должны взаимодействовать остальные компоненты системы L-H-S (рис. 2).



Рис. 2. Модель SHELL

3. Ошибки людей и теория «домино»

Ошибки людей, являющиеся причинами аварий и несчастных случаев, рассматривались рядом исследователей в свете так называемой теории «домино». Этот термин, введенный еще в 1931 году Г. Хайнрихом, должен был напоминать о том, что практически всегда человеческие ошибки образуют последовательности, в которых первая ошибка неминуемо вызывает вторую, вторая - третью и так далее. Вместе с тем Хайнрих утверждал, что важно исследовать не только ошибочные действия людей, но и совокупность тех условий, в которых эти действия совершаются. Эти условия, по оценкам Хайнриха, ответственны за каждую пятую аварию (он предложил пользоваться «правилом 80:20», по кото-

рому 80 % причин аварийных ситуаций связаны с опасными действиями персонала, а 20 % - с опасными условиями производства). Теория «домино» сыграла положительную роль в изучении причин и моделировании промышленных аварий.

Согласно теории «домино», в развитии несчастной ситуации можно выделить пять стадий.

Первая стадия обусловлена наследственностью человека и той социальной средой, в которой он находится, совершая действия, необходимые для данного производственного процесса.

На второй стадии сказываются личные недостатки человека и характерные для него ошибки (например, плохая память или замедленная реакция).

Третья стадия охватывает непосредственно опасные действия, которые может совершить человек.

Четвертая стадия представляет саму аварию.

Пятая стадия - связанный с аварией ущерб, включая несчастные случаи.

Перечисленные стадии уподобляются ряду костей домино, стоящих друг за другом. Удержав любую из первых четырех костей, можно предотвратить последствия аварии в виде материального ущерба или несчастных случаев (рис. 3).

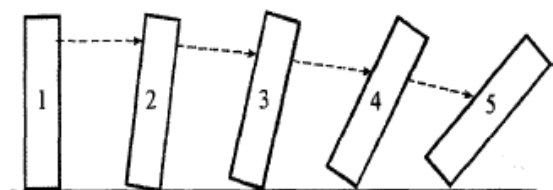


Рис. 3. Теория «домино»

4. Выявление проявления человеческого фактора, зрение как причина ошибок

Рассмотрим болезни глаз и увидим, как зрение влияет на ошибки человека.

Глаз – самый важный из органов чувств человека, с помощью зрения мы получаем 90 % информации из окружающего нас мира. Глаза – сложный оптический прибор и их основная задача передать изображение через зрительный нерв в мозг, для дальнейшей обработки.

При этом это уникальный по структуре и еще не до конца изведанный орган человека. Но на сегодняшний день ученые открыли множество его тайн, а профессиональные медики проводят операции невообразимой сложности.

На рис.4 мы видим строение глаза, который состоит из хрусталика, зрачка, роговицы, радужной

оболочки, сетчатки, зрительного нерва, стекловидного тела.

На удалении 3-4 мм от центра сетчатки есть особый участок, лишенный нервных рецепторов. По этой причине его называли слепым пятном. Его размеры – менее 2 мм.

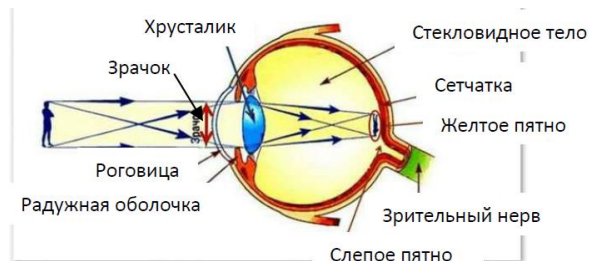


Рис.4. Строение глаза

Сетчатка состоит из нервных рецепторов двух видов – палочек и колбочек. Палочки ответственны за ночное (чёрно-белое) зрение, а колбочки позволяют видеть мир во всем великолепии цветов. Количество палочек на сетчатке может достигать 115–120 млн, количество колбочек – около 7 млн. Палочки реагируют даже на отдельные фотоны. Поэтому даже при слабом освещении мы различаем очертания предметов (сумеречное зрение).

Нормальная способность различать определенные цвета для специалистов предприятия важна для того, чтобы: различать компоненты, провода, разные диагностические инструменты.

Не способность различать цвета (дальтонизм) распространено у 8 % мужчин и у 0,5 % женщин.

Наиболее распространенным типом является невозможность различать красный и зеленый цвета (в редких случаях – голубой и желтый).

Причины: наследственность, последствия инфекционных заболеваний, возрастные изменения (пожелтение хрусталика).

Есть еще ряд болезней, которые влияют на ошибки человека это близорукость (рис. 5). дальность (рис. 6). астигматизм.

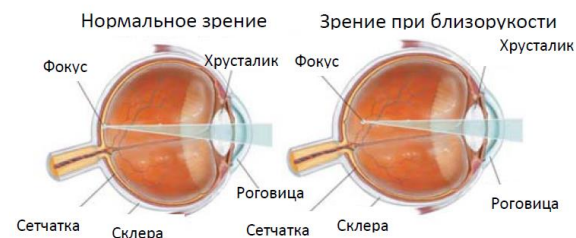


Рис. 5. Зрение при близорукости

Близорукость – аномалия рефракции глаза, при которой фокус перемещается вперед, а на сетчатку

попадает уже расфокусированное изображение. При близорукости дальнейшая точка ясного зрения лежит в пределах 5 метров (в норме она лежит в бесконечности). Близорукость бывает ложной (когда из-за перенапряжения цилиарной мышцы происходит её спазм, в результате чего кривизна хрусталика остаётся слишком большой при зрении вдаль) и истинной (когда глазное яблоко увеличивается в передней-задней оси).

Близорукость вызывается больше длинным, чем обычно глазным яблоком. При этом картинка формируется перед сетчаткой, и специалист видит четко близко, при размытом общем фоне.

Дальностью называется такая аномалия рефракции, при которой лучи света, попадающие в глаз, фокусируются не на сетчатке, а позади неё. В лёгких формах глаз с хорошим запасом аккомодации компенсирует зрительный недостаток с помощью увеличения кривизны хрусталика цилиарной мышцей.

Дальность вызывается больше коротким, чем обычно зрительным яблоком. При этом картинка формируется за сетчаткой. При рассмотрении близкорасположенных объектов, изображение будет размываться.



Рис. 6. Зрение при дальностью

Астигматизм — дефект оптики глаза, вызванный неправильной формой роговицы и (или) хрусталика. У всех людей формы роговицы и хрусталика отличаются от идеального тела вращения (то есть все люди имеют астигматизм той или иной степени).

На рис. 7 можно увидеть разницу в изображении при заболеваниях близорукости, дальностью и астигматизме.



Рис. 7. Разница в изображениях

При этих болезнях ошибки можно исключить при помощи ежегодного профилактического осмотра окулиста и правильно подобранных очков.

Самой опасной болезнью для специалиста предприятия, выполняющего внешний осмотр, магнитопорошковый контроль, рентгеновский контроль и т.д. — является глаукома. На рис. 8 показана динамика изменения поля зрения при глаукоме. Специалист имеющий данное заболевание может не заметить дефектов, которые попадают не зону его видимости.

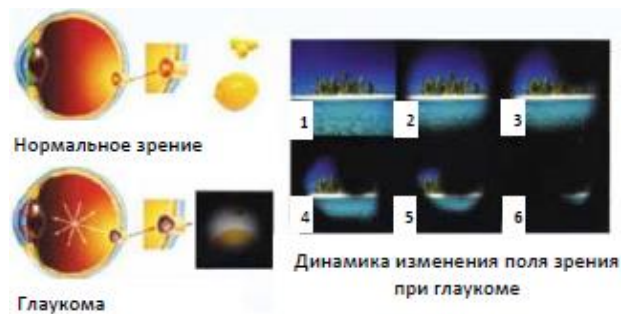


Рис. 8. Изменение поля зрения при глаукоме

В целях повышения качества контроля целесообразно через каждый час работы по осмотру деталей дефектоскописту делать перерыв на 10-15 мин. Работа дефектоскопистов магнитного контроля в ночную смену не целесообразна.

К работе на дефектоскопах допускаются лица, прошедшие аттестацию, переаттестация проводится не реже одного раза в год.

Вывод

Люди не равны друг другу по своим способностям и характеристикам работоспособности. Существуют огромные различия между характеристиками работоспособности отдельных людей, находящихся в одинаковых рабочих условиях. Эти различия могут наблюдаться, как при сравнении эффективности работоспособности отдельного человека с эффективностью работоспособности других людей,

так и при сравнении эффективности деятельности отдельных людей, осуществляемой в разное время.

Изучение человеческого фактора является основополагающим в понимании контекста, в котором нормальный, здоровый, квалифицированный, снабженный хорошим оборудованием и достаточно мотивированный персонал совершает ошибки, часть из которых с фатальными последствиями.

Дальнейшее техническое совершенствование машин, все большая автоматизация процесса управления ими действуют губительно на профессионализм специалистов. Создается новый опасный прецедент: автоматизация, создаваемая во благо, превращается часто во зло - не только разрушает профессионализм специалистов в области авиации, но еще и «умело маскирует» это. Поэтому полностью ошибку человека исключить нельзя, ее необходимо контролировать и четко осознавать тот факт, что проблема заключается не в самих ошибках, а в последствиях ошибок, если они не будут обнаружены или исправлены.

Литература

1. ДП № 05-2016 О рекомендациях по изучению проблем "человеческого фактора" при подготовке персонала Ремонтной организации [Текст]. - АРМАК, 2016. - 9 с.
2. DSTU ISO 9001:2015 Системи управління якістю. Вимоги [Текст]. Чинний з 2019-09-15. - Міжнародна організація зі стандартизації, 2015. - 30 с.

References

1. DP № 05-2016 O rekomendaciyah po izucheniyu problem chelovecheskogo faktora pri podgotovke personala Remontnoj organizacii [On the recommendations for studying the problems of the "human factor" in the training of personnel of the repair organization]. ARMAK Publ., 2016, 9 p.
2. DSTU ISO 9001:2015. Systemy upravlinnya yakystyu. Vymohy [Quality management systems. Requirements]. Mizhnarodna organizatsiya zi standartyzatsiyi Publ., 2015. 30 p.

Поступила в редакцию 01.06.2021, рассмотрена на редколлегии 16.08.2021

ВПЛИВ ЛЮДСЬКОГО ФАКТОРА ПРИ СТВОРЕННІ АВІАЦІЙНИХ ДВИГУНІВ

В. В. Кокотіна, Л. А. Лєсна, В. Г. Харченко

Забезпечення безпеки системи цивільної авіації – основна мета діяльності Міжнародної організації цивільної авіації (ІКАО) та «людський фактор» визначається як пріоритетний у сфері забезпечення безпеки польотів. З огляду на різноманітність чинників, потенційно впливають на характеристики працездатності людини, не дивно, що помилки людини визнаються головним причинним фактором практично у всіх авіакатастрофах і авіаційних подій з моменту виникнення авіації. На надійність і безпеку польотів впливають: якість підготовки авіаційної техніки до польоту, якість виготовлення, складання, здавальних і передполітних випробувань, якість конструювання літальних апаратів, двигунів. Якість виготовлення підтверджується ви-

конанням контролю на кожній стадії виготовлення. У будь-якій діяльності «людський фактор» проявляється помилками, помилками і упущеннями, або прорахунками, які допускає людина, виконуючи свою роботу в певних умовах. Теорія виникнення і запобігання помилок, пов'язаних з фізіологією людини і навколишнім середовищем, описана «теорією доміно» Г. Гайнріха. Людські помилки утворюють послідовності, в яких перша помилка викликає ланцюг наступних, утримавши одну з кісток доміно, що стоять один за одним, можна запобігти наслідкам аварії у вигляді матеріальних збитків або нещасного випадку. Фізіологічні особливості людини, такі як зір, можуть бути однією з кісток доміно і привести до помилкових дій. У сучасному світі актуальні неруйнівні методи контролю і роль дефектоскопіста, що визначає характер дефекту досить велика. Регулярний контроль зору (профогляд) дозволяє виявити потенційні проблеми із зором у фахівця, які можуть привести до помилкових дій. Вивчення людського фактора є основоположним в розумінні контексту, в якому нормальний, здоровий, кваліфікований, забезпечений хорошим обладнанням та досить мотивований персонал робить помилки, частина з яких з фатальними наслідками і, якщо причини помилок людини будуть правильно зрозумілі, з'явиться можливість розробки більш ефективних стратегій запобігання помилок, їх контролю та безпечного усунення.

Ключові слова: людський фактор; авіація; зір; модель SHELL; принцип «доміно»; контроль.

THE INFLUENCE OF THE HUMAN FACTOR IN THE CREATION OF AIRCRAFT ENGINES

V. Kokotina, L. Liesna, V. Kharchenko

Ensuring the safety of the civil aviation system is the main goal of the International Civil Aviation Organization (ICAO) activities and the "human factor" was define as a priority in the field of flight safety. Given the variety of factors potentially affecting human performance, it is not surprising, that human error has been recognized as a major causative factor in virtually all air crashes and accidents since the inception of aviation. The reliability and safety of flights are influenced by: the quality of preparation of aviation equipment for flight, the quality of manufacture, assembly, acceptance, and pre-flight tests, the quality of design of aircraft and engines. The quality of workmanship is confirmed by the execution of control at each stage of manufacture. In any activity, the "human factor" is manifested by mistakes, oversights, and omissions, or miscalculations that a person makes when doing his job under certain conditions. The theory of the occurrence and prevention of errors associated with human physiology and the environment were described by H. Heinrich's "domino theory". Human errors form sequences in which the first error causes a chain of subsequent ones, keeping one of the dominoes standing behind each other, it is possible to prevent the consequences of an accident in the form of material damage or an accident. Human physiological features such as vision can be one of the dominoes and lead to erroneous actions. In the modern world, non-destructive testing methods are relevant and the role of a defectoscopist's in determining the nature of a defect is quite large. Regular monitoring of vision (prophylactic examination) allows you to identify potential vision problems with a specialist, which can lead to erroneous actions. Human factors research is fundamental to understanding the context in which normal, healthy, skilled, well-equipped and reasonably motivated personnel make mistakes, some of which are fatal and, if the causes of human error are correctly understood, it will be possible to develop more effective prevention strategies errors, their control, and safe elimination.

Keywords: human factor; aviation; vision; SHELL model; domino principle; control.

Кокотина Виктория Викторовна – заместитель начальника отдела стандартизации государственного предприятия «Запорожское машиностроительное конструкторское бюро «Прогресс» имени академика А. Г. Ивченко, Запорожье, Украина.

Лесная Лариса Анатольевна – инженер конструктор II категории отдела камер сгорания государственного предприятия "Запорожское машиностроительное конструкторское бюро "Прогресс" имени академика А. Г. Ивченко", Запорожье, Украина.

Харченко Виталий Григорьевич – ведущий инженер-конструктор комплекса государственного предприятия «Запорожское машиностроительное конструкторское бюро «Прогресс» имени академика А. Г. Ивченко, Запорожье, Украина.

Viktoriia Kokotina – Deputy Head of Department at Zaporozhye Machine-Building Design Bureau Progress State Enterprise named after Academician A.G. Ivchenko, Zaporozhye, Ukraine, e-mail: 03531@ivchenko-progress.com. ORCID: 0000-0002-9858-3894.

Larysa Liesna – design engineer of the 2nd category of the combustion chambers Department "Zaporozhye Machine-Building Design Bureau" Progress "named after Academician A. G. Ivchenko, Zaporozhye, Ukraine, e-mail: 03503@ivchenko-progress.com, ORCID: 0000-0003-3652-9726.

Vitaliy Kharchenko – leading design engineer at Zaporozhye Machine-Building Design Bureau Progress State Enterprise named after Academician A.G. Ivchenko, Zaporozhye, Ukraine, e-mail: v.harchenko@ivchenko-progress.com, ORCID: 0000-0001-8709-1758.