

достижения общей цели – подготовки и непрерывного профессионального развития квалифицированных горных инженеров для высокоэффективной, экологически чистой горной промышленности, обеспечивающей устойчивое территориальное развитие.

ЛИТЕРАТУРА

1. Опарин, В.Н. О состоянии и проблемах недропользования в России: минерально-сырьевая база твердых полезных ископаемых и фундаментальные проблемы облагораживания поверхности Земли. – Доклад на заседании Высшего горного совета. – Пермь, 01.10.2012.
2. Bulgakov, A., Evsiukova, A., & Kolesnichenko, E. (2022, February). Influence of Broken Condition and Instability of the Excavation Site Parameters on the Reliability of the Breakage Face. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 988, No. 2, p. 022013). IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/988/2/022013>.
3. Liu, H., Zhang, B., Li, X., Liu, C., Wang, C., Wang, F., & Chen, D. (2022). Research on roof damage mechanism and control technology of Gob-side entry retaining under close distance gob. *Engineering Failure Analysis*, 138, 106331. <https://doi.org/10.1016/j.compgeo.2018.10.005>
4. Катков, Г. А. (2001). Геомеханическое обоснование параметров щелевой разгрузки угольного пласта. *Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал)*, (8), 111–112.
5. Демин, В., Двужилова, С., Ахматнуров, Д., Журов, В., Демина, Т. (2019). Технология крепления выработок на основе оценки напряженно-деформированного состояния горного массива. *Труды Университета*, (1), 53–59.
6. Сайт The Institute of Materials, Minerals and Mining: www.ion3.org
7. Казанин, О.И., Зубов, В.П. (2017). О роли профессиональных сообществ в подготовке горных инженеров. In *Современные образовательные технологии в подготовке специалистов для минерально-сырьевого комплекса* (pp. 285–290).

УДК 621.92, 629.7

АНАЛИЗ ПРОБЛЕМ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

ANALYSIS OF PROBLEMS IN THE PRODUCTION OF AIRCRAFT

Ефимова М.В., аспирант, Санкт-Петербургский Горный университет,
г. Санкт-Петербург, mariyavomife@gmail.com
Efimova Mariya Vladimirovna, PhD student
Saint-Petersburg Mining University, Saint-Petersburg, mariyavomife@gmail.com

Аннотация. Корпуса летательных аппаратов выполняются преимущественно из алюминиевых сплавов, которые имеют свои особенности. В связи с этим существует ряд проблем при обработке кромок листового материала, в частности, в области вертолетостроения. В работе рассматривается проблематика данного вопроса и предлагается метод решения.

Ключевые слова: производство летательных аппаратов, вертолетостроение, обработка кромок, магнитно-абразивная обработка, МАО

Abstract. Aircraft hulls are made mainly of aluminum alloys, which have their own characteristics. In this regard, there are several problems in the processing of the edges of sheet material, in particular, in the field of helicopter construction. The paper considers the problems of this issue and proposes a solution method.

Key words: aircraft manufacturing, helicopter industry, edge processing, magnetic abrasive finishing, MAF

Введение. Производство летательных аппаратов является одной из важнейших отраслей современности. Вертолеты активно применяются для мониторинга и разведки в минерально-сырьевом комплексе. Выявление проблем при производстве таких аппаратов и предложение способа их решения позволят повысить надежность конструкций воздушных судов, применяемых повсеместно.

Проблематика при производстве летательных аппаратов

Основу конструкции летательных аппаратов составляют алюминиевые сплавы, а раскрой листового материала, как правило, осуществляется лазерной резкой. Применение лазера обычно обеспечивает высокую точность и производительность, но высокая отражательная способность и значительная теплопроводность алюминия осложняет процесс точной лазерной резки. Альтернативные методы, например гидроабразивную резку, не используют из-за дороговизны.

Основной проблемой становится неровный срез кромок корпусных деталей в результате лазерной резки. Характеристики материала приводят к возникновению многочисленных дефектов, часть из которых можно увидеть на рис. 1.



Рис. 1. Поверхность после лазерной резки (алюминий)

В дальнейшем сборочный процесс вертолётов включает в себя получение заклепочных соединений. Имеющиеся дефекты повлияют на точность этих соединений и неравномерность зазоров корпусных деталей.

Таким образом, вышеперечисленные проблемные вопросы влияют на эксплуатационные свойства вертолетов. Такие аппараты подвержены высоким вибрационным нагрузкам и в сочетании с проблемами, возникающими еще на этапе сборочного процесса, это приводит к снижению долговечности.

Существующий метод решения сопровождается механическими и температурными воздействиями. Это применение углошлифовальных машин. Помимо достаточно большого и неравномерного съема материала, огромным минусом данного метода обработки поверхности является шаржирование. Оно приводит к структурным изменениям в области кромок корпусных деталей, которые в заклепочных соединениях будут местами с высокой концентрацией напряжений.

Решением проблем может стать магнитно-абразивная обработка кромок. Такой процесс подготовки кромок позволяет добиться бездефектности обработанной поверхности, а основными преимуществами являются бесконтактность и низкотемпературное воздействие. Процесс является довольно популярным и применяется в различных областях, однако вышеупомянутые проблемы таким методом ранее не решались.

Проведение дальнейших исследований для определения точных параметров магнитно-абразивной обработки кромок деталей летательных аппаратов планируется на

кафедре машиностроения Санкт-Петербургского Горного университета с использованием станка с числовым программным управлением.

Заключение. Таким образом, можно сделать вывод о том, что при производстве летательных аппаратов существует ряд проблем, требующих решения. Применение метода магнитно-абразивной обработки для кромок деталей является актуальным направлением, способным исключить имеющиеся недостатки и повысить качество соединений корпусов летательных аппаратов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Максаров В.В., Кексин А.И., Филипенко И.А. Обеспечение качества подготовки кромок листовых изделий из алюминия и его сплавов перед сваркой // *Металлообработка*. – 2020. – № 3 (117) – С. 47–55. DOI: 10.25960/mo.2020.3.47.
2. Хомич, Н.С. Магнитно-абразивная обработка изделий: монография // Минск: Белорусский национальный технический университет. – 2006. – С. 218.
3. Maksarov V V, Keksin A I. Technology of magnetic-abrasive finishing of geometrically-complex products // *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. – Vol. 327, 2018, 042068.
4. Cengiz, I., & Elaldi, F. Post-buckling design analysis for stiffened helicopter fuselage aluminum panels // *The Vertical Flight Society – Forum 75: The Future of Vertical Flight - Proceedings of the 75th Annual Forum and Technology Display*. – 2019.
5. Genna, S., Menna, E., Rubino, G., Tagliaferri, V. Experimental investigation of industrial laser cutting: The effect of the material selection and the process parameters on the kerf quality // *Applied Sciences (Switzerland)*. – 2020. – № 10(14). DOI:10.3390/app10144956.
6. Ni, Y., Zhou, C, Yu, J., Zou, J. Study on flaw depth statistics and corresponding fatigue life of helicopter aluminium alloy structure // *Jixie Qiangdu/Journal of Mechanical Strength*. – 2020. – № 42(4). – С. 941–946. DOI:10.16579/j.issn.1001.9669.2020.04.029.
7. Singh K., Jain V. K., Raghuram V. Experimental investigations into forces acting during a magnetic abrasive finishing process // *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. – 2006. – Vol. 30, N 7–8. – P. 652–662.

УДК 620.194.4

ИНТЕНСИВНОСТЬ ОБРАЗОВАНИЯ КОРРОЗИОННЫХ ДЕФЕКТОВ ПРИ КОРРОЗИИ ПОД НАПРЯЖЕНИЕМ ТРУБОПРОВОДНОЙ СТАЛИ СТ3 INTENSITY OF CORROSION DEFECTS FORMATION DURING CORROSION UNDER STRESS OF PIPELINE STEEL ST3

Жуйков И.В., аспирант кафедры МиТХИ Санкт-Петербургского Горного Университета,
г. Санкт-Петербург, s225039@stud.spmi.ru.

Болобов В.И., д.т.н., профессор кафедры машиностроения Санкт-Петербургского
Горного Университета, г.Санкт-Петербург, boloboff@mail.ru

Аннотация. С помощью фотометрической методики была дана оценка интенсивности образования коррозионных дефектов на поверхности стали Ст3 в условиях ее напряженно-деформированного состояния. Произведено сравнение количества, формы и глубины коррозионных дефектов на участке образца с дополнительными упругими растягивающими напряжениями и на участке без напряжений. Коррозионные испытания проводились в среде 3,5 % NaCl, измерение фотометрических расстояний до заданных точек образца выполнялось с помощью металлографического микроскопа Leica.