

Т. 41, №8, P. 93–98.

5 Li, H. Chang, Z. Zhanying, O. Mundree, S. Environmental and economic life cycle assessment of energy recovery from sewage sludge through different anaerobic digestion pathways// **Energy**. –2017, Т. 126, № 1, P. 649-657.

6 THE ECO-INDICATOR 99. A damage oriented method for Life Cycle Impact Assessment. Manual for Designers //Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment Communications Directorate, the Netherlands. 2000.

УДК 620.19

**А.В. Кешин, А.А. Черник**

Белорусский государственный технологический университет  
Минск, Беларусь

### **ПРИМЕНЕНИЕ ВАНАДИЙСОДЕРЖАЩИХ ПРОМЫШЛЕННЫХ СТОКОВ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ НА АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВАХ**

*Аннотация.* В данной работе рассматривалась возможность использования промышленных стоков, содержащих в своем составе соединения ванадия в виде оксоанионов для последующего приготовления электролита анодирования алюминиевых сплавов. Исследовано влияние включенных, в состав оксида, соединений ванадия на скорость коррозии.

**A.V. Keshin, A.A. Chernik**

Belarusian State Technological University  
Minsk, Belarus

### **APPLICATION OF VANADIUM-CONTAINING INDUSTRIAL WASTE FOR OBTAINING PROTECTIVE COATINGS ON ALUMINUM ALLOYS**

*Abstract.* In this work, we considered the possibility of using industrial effluents containing vanadium compounds in the form of oxoanions for the subsequent preparation of anodizing electrolyte for aluminum alloys. The effect of vanadium compounds included in the composition of the oxide on the corrosion rate has been studied.

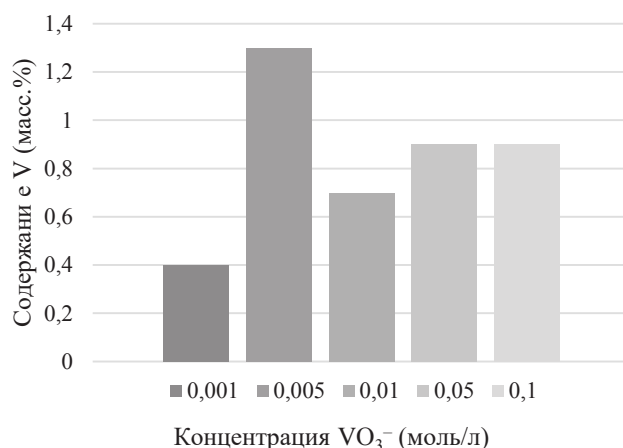
Известно, что в процессе анодирования в состав получаемого оксидного покрытия включаются частицы, содержащиеся в электролите анодирования [1]. Так было предложено использовать

промышленные сточные воды, в составе которых присутствуют оксоанионы переходных металлов, таких как молибден, вольфрам или ванадий.

Однако промывные и сточные воды как правило содержат незначительные количества искомым соединений, для этого была рассмотрена возможность включения ванадия в состав оксидной пленки в широком интервале концентраций от 0,001 до 0,1 М ванадата. Для этого оксидные прорывы получали в электролитах на основе 1М серной кислоты с добавлением метаванадата аммония в качестве источника оксоанионов.

Анодирование осуществлялось при анодной плотности тока 1 А/см<sup>2</sup> в течение 60 мин, температуре 20–25 °С. После образования оксидного покрытия образцы промывали горячей дистиллированной водой и сушили на воздухе для дальнейших исследований.

Для полученных оксидных покрытий проведен элементный анализ (рис. 1).



**Рис. 1 - Сравнение содержания ванадия в оксиде анода в зависимости от концентрации метаванадата аммония**

На основании полученных данных установлено, что введение метаванадата аммония в электролит, позволяет получать оксидные покрытия с содержанием ванадия до 1,3 мас.%. Следует отметить, что увеличение концентрации оксоанионов в электролите выше 0,05 моль/л позволяет получать оксидные пленки, содержащие около 1 мас.% ванадия, независимо от условий и продолжительности электролиза.

Так как оксоанионы проявляют окислительные свойства в процессе коррозии тем самым пассивируя поверхность металла, что повышает коррозионную [2], нами было рассмотрено влияние включённого в состав оксида на скорость коррозии.

Для этого полученные покрытия были исследованы методом

электрохимической частотной модуляции (EFM) в 3,5% растворе NaCl, в качестве коррозионной среды. Полученные результаты сравнивались относительно покрытия полученного в сернокислом электролите анодирования, схожего состава, не содержащего дополнительных добавок и оксоанионов (таблица 1).

Из данных EFM, видно, что покрытия, полученные в присутствии метаванадата аммония, обладают гораздо большей коррозионной стойкостью по сравнению с покрытием, полученным в сернокислотном электролите анодирования, не содержащем модифицирующих добавок. Скорость коррозии не модифицированных покрытий в хлорсодержащих средах составляет  $1,345 \cdot 10^{-3}$  мм/год, что в среднем в 3 раза выше, чем для покрытий, содержащих в своем составе соединения ванадия.

**Таблица 1 - Значения параметров мгновенной коррозии, полученные с помощью EFM**

Концентрация $\text{NH}_4\text{VO}_3$ в электролите, моль/дм <sup>3</sup>	$J_{\text{корр}}$ , А/см <sup>2</sup>	Скорость коррозии, мм/год	Поляризационное сопротивление, Ом
0	$1.00 \cdot 10^{-7}$	$1.345 \cdot 10^{-3}$	$2.28 \cdot 10^{-5}$
0.001	$2.63 \cdot 10^{-8}$	$2.343 \cdot 10^{-4}$	$2.67 \cdot 10^{-5}$
0.005	$3.58 \cdot 10^{-8}$	$3.137 \cdot 10^{-4}$	$3.76 \cdot 10^{-5}$
0.01	$5.42 \cdot 10^{-8}$	$5.436 \cdot 10^{-4}$	$3.85 \cdot 10^{-5}$
0.05	$4.52 \cdot 10^{-8}$	$4.622 \cdot 10^{-4}$	$5.22 \cdot 10^{-5}$
0.1	$4.21 \cdot 10^{-8}$	$4.454 \cdot 10^{-4}$	$6.21 \cdot 10^{-5}$

Исходя из полученных данных видно, что в качестве источника оксоанионов возможно использовать промышленные воды, в составе которых присутствуют незначительные концентрации соединений переходных металлов. При этом оксидные покрытия на алюминиевых сплавах, полученных из ванадийсодержащих электролитов, обладают значительно большей коррозионной стойкостью.

#### **Список использованных источников**

1. A. L. Martinez. Corrosion resistance improvement of Ti–6Al–4V alloy by anodization in the presence of inhibitor ions. A. L. Martinez, D. O. Flamini, S. B. Saidman. Transactions of Nonferrous Metals Society of China. 2022. 32(6):1896-1909
2. G.Yoganandan .Synergistic effect of V and Mn oxyanions for the

corrosion protection of anodized aerospace aluminum alloy. G.Yoganandan, J.N.Balaraju. Surface and Coatings Technology. Volume 252, 15 August 2014, Pages 35-47

УДК 666.189.2

**И. М. Терещенко, И.В. Войтов, А. П. Кравчук, М. С. Федарович**  
Белорусский государственный технологический университет,  
Минск, Республика Беларусь

**РАЗРАБОТКА СОСТАВОВ ШИХТ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ  
ПАРАМЕТРОВ ПРОИЗВОДСТВА ШТАПЕЛЬНОГО ВОЛОКНА  
НА ОСНОВЕ ГРАНИТОИДНЫХ ПОРОД  
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

*Аннотация.* Установлена зависимость минералогического состава гранитоидных пород Республики Беларусь от степени их измельчения. В тонкодисперсных фракциях (менее 0,02 мм) кварц практически отсутствует при увеличении содержания полевошпатовых и темноцветных минералов. Доказана возможность использования отсевов дробления гранитоидов в производстве минерального волокна

**I. M. Tereshchenko, I. V. Voitov, A. P. Kravchuk, M. S. Fedarovich**  
Belarusian State Technological University,  
Minsk, Republic of Belarus

**DEVELOPMENT OF CHARGES' COMPOSITIONS AND  
TECHNOLOGICAL PARAMETERS FOR THE STAPLE FIBER  
PRODUCTION BASED ON GRANITOID ROCKS OF THE  
REPUBLIC OF BELARUS**

*Abstract.* The dependence of the mineralogical composition of granitoid rocks of the Republic of Belarus on the degree of their grinding has been established. In finely dispersed fractions (less than 0.02 mm), quartz is practically absent with an increase in the content of feldspar and mafic minerals. The possibility of using screenings of crushing granitoids in the production of mineral fiber has been proved

Одной из особенностей технологий получения волокон на основе плотных горных пород, в том числе базальтов, является тот факт, что расплав получают без предварительного шихтования измельченной кусковой (размер кусков до 70 мм) либо крупнозернистой (размер зерен