

Table 1 – Properties of soil types and reinforced concrete

Denomination of an element, characteristic, dimension	Reinforced concrete	Sandy loam	Clay loam	Clay	Limestone	Vegetal layer
Modulus of elasticity, H/m ²	30000000	90000000	345500000	1267900000	22000000000	55000000
Poisson's ratio	0.2	0.31	0.37	0.41	0.3	0.15
Shear modulus, H/m ²	12500000	60380000	26710000	48160000	769200000000	13355000
Mass density, kg/m ³	2500	2000	2100	2200	2670	1250
Ultimate tensile strength, H/m ²	3528000	6000000	14000000	20000000	11500000	6000000
Ultimate strength in compression, H/m ²	39200000	58900000	88000000	100000000	100000000	58900000

Type of soil located in sequence: vegetal layer – sandy loam – clay loam – clay – limestone. Net finite elements were taken on warp mingled curvature, having 16 points of Jacobian size 100 mm on 50 mm. Diagrams of the routes, deformation (on the fig. 1), and stress were received as well. Functional also allows the acquisition of margin of safety. It is possible to make conclusions about deformations and routes only on the terrestrial parts of the reinforced concrete construction, on primings, which are located on the territory of the Republic, and at given averaged properties.

УДК 544.653.2

THE ELECTRICAL INSULATION STRENGTH OF ANODIC Al₂O₃ COATINGS WITH VIAS FOR POWER MULTICHIP MODULES

Shimanovich D. L.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics

e-mail: ShDL@tut.by

Summary. *The technological methods and regimes to improve the electrical insulation strength of anodic Al₂O₃ in vias of double-sided alumina bases for potential use in power multichip modules were discussed. It was shown that after using of the appropriate technological approaches the breakdown voltages of the obtained test samples were up to ~6 kV on working surfaces without holes and up to ~2,5 kV in vias.*

The aim of the presented research is developing of the methods and techniques using optimized technological regimes to improve the electrical insulation strength of anodic Al₂O₃ in vias of double-sided alumina bases for potential use in power multichip modules [1–6].

Preliminary experimental studies of fabricated alumina bases with vias matrices showed that in the process of electrochemical anodization at the junction of horizontal and vertical surfaces in vias, microcracks inevitably appeared due to anodizing fronts competing in different directions, restructuring of the porous structure and arising mechanical stresses, even if on the continuous surface of alumina bases, microcracks were completely absent.

It was shown that the dielectric strength of anodic Al₂O₃ in vias increased by minimizing the number of microcracks due to vias have chamfers (at an angle of up to 45 °C), a smooth profile at the inputs with satisfactory roughness parameters were formed on the initial samples of aluminum

bases by machining and due to the smoothing of microcracks during reanodization. Various methods and techniques were developed and investigated consisting the compositions of single and multicomponent electrolytes and the electrochemical conditions of multistage anodizing for the beneficial (in terms of increasing the breakdown voltages in vias) structural rearrangement of anodic Al_2O_3 and the formation of multilayer elastic and flexible coatings with minimization of the number of microcracks and internal mechanical stresses. It was found that to ensure the high breakdown voltages, it is necessary to prime (fill the pores) of anodic Al_2O_3 and heal defective microcracks in vias with organosilicon varnish in an ultrasonic bath at a frequency of $\sim 20\text{--}40$ kHz at a maximum power of $\sim 0,5$ kW and temperature ~ 30 °C during 20 min. Moreover, this technological technique should be carried out in two cycles. Then after filling the excess varnish in the vias should be blown out with compressed air and after removed from the surface with a squeegee and treated with a toluene solution, after which a multistage heat treatment procedure is carried out with a maximum temperature of 280 °C.

Thus, it was shown that after using of the appropriate technological methods the breakdown voltages of the obtained test samples (fig. 1) were up to ~ 6 kV on working surfaces without holes and up to $\sim 2,5$ kV in vias (fig. 2).

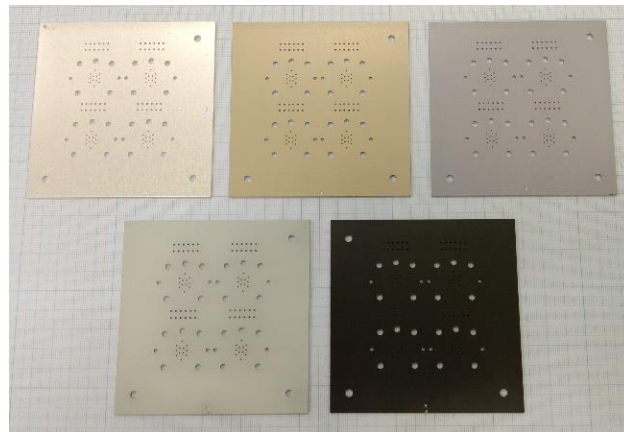


Figure 1 – Photo of various double-sided alumina bases with vias

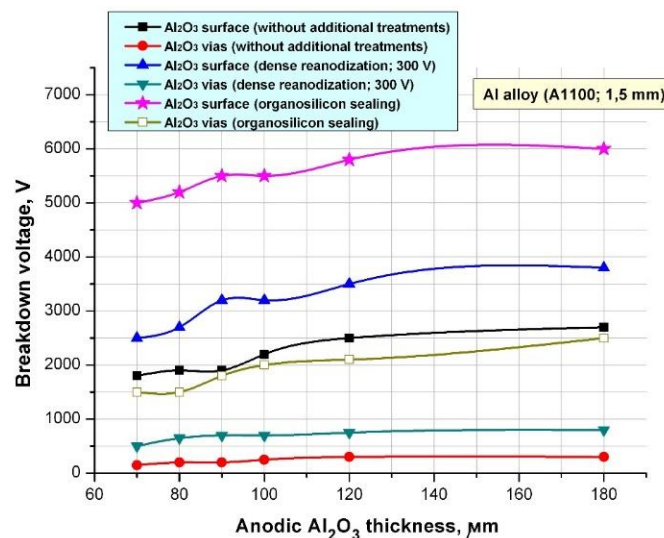


Figure 2 – Comparative analysis of technological methods influence on the breakdown voltage

References

1. Шиманович, Д. Л. Электрохимическая алюмооксидная технология для приборов силовой электроники / Д. Л. Шиманович, В. А. Яковцева // Доклады БГУИР. – 2019. – № 3 (121 –С. 5–11.

2. Шиманович, Д. Л. Методы формирования алюмооксидных микроструктур для мощных систем электромеханики / Д. Л. Шиманович, В. А. Сокол, Г. В. Литвинович // Фундаментальные проблемы радиоэлектронного приборостроения. – 2014. – Т. 14. – № 3. – С. 170–173.

3. Сокол, В. А. Технологические приемы формирования Al-Al₂O₃ микроструктур для мощных электромеханических систем / В. А. Сокол, Д. Л. Шиманович, Г. В. Литвинович // Доклады БГУИР. – 2012. – № 8. – С. 44–49.

4. Шиманович, Д. Л. Формирование пассивной части многокристалльных модулей на базе алюмооксидных оснований и Ni-Cu металлизации / Д. Л. Шиманович // Фундаментальные проблемы радиоэлектронного приборостроения. – 2013. – Т. 13. – № 3. – С. 178–181.

5. Шиманович, Д. Л. Технологические режимы для снижения внутренних напряжений, улучшения термической устойчивости к образованию трещин и повышения электрической прочности в анодных структурах Al-Al₂O₃ / Д. Л. Шиманович // Фундаментальные проблемы радиоэлектронного приборостроения. – 2015. – Т. 15. – № 3. – С. 79–82.

6. Шиманович, Д. Л. Оптимизация методов формирования толстослойных диэлектрических покрытий на основе анодного оксида алюминия при электрохимическом анодировании широкоформатных Al-подложек и теплопроводящих оснований с радиаторами / Д. Л. Шиманович // Фундаментальные проблемы радиоэлектронного приборостроения. – 2016. – Т. 16. – № 3. – С. 116–119.

УДК 621.923.6

3D МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ЗАТЫЛОВАНИЯ ДИСКОВЫХ ЗУБОРЕЗНЫХ ФРЕЗ

*Ажар А. В., Дулуб А. Д., Кустов С. В., Минасян Г. О.
Белорусский национальный технический университет
e-mail azhar.a@bntu.by*

Summary. 3D modeling was carried out to determine the optimal diameters of grinding wheels for backing the back surface of the tooth of a disk gear cutter with a module $m = 1...16$ mm. A linear relationship has been established between the height of the tooth, the angle of the flute of the cutter and the diameter of the grinding wheel. It has been proven that the formation of a “saddle” on the tooth during grinding with a wheel obtained by modeling does not affect the overall tool life.

Затылование шлифованием задней поверхности зуба по кривой в виде спирали Архимеда, наиболее трудоемкая, сложная и ответственная (финишная) операция, на которой достигается требуемая точность и качество изготовления дисковой зуборезной (модульной) фрезы. Наибольшие проблемы при выборе метода затылования связаны с точностью получаемого профиля и производительностью операции, которая лучше всего обеспечивается цилиндрическим спрофилированным шлифовальным кругом. При этом стремятся выбрать круг наибольшего диаметра. При таком выборе часто не удается получить затылок, отшлифованный по всей длине зуба, т. к. в конце рабочего хода круг может задеть соседний зуб. Недобег круга приводит к образованию «седла» на зубе. В результате спинка зуба может выступать над профилирующей режущей кромкой. Этот недостаток зуба с «седлом» часто проявляется при переточке инструмента, сокращая его суммарный срок службы. Решить эту проблему не удастся даже при уменьшении числа зубьев. При этом современное производство нацелено на использование «многозубых» фрез повышенной производительности. Тогда применяется двойное затылование. Нешлифованный участок подвергают затылованию резцом с помощью кулачка со спадом K_1 в 1,5–1,75 раза большим спада кулачка K для шлифованной части. Эта дополнительная операция или переход приводят к увеличению трудозатрат и стоимость изготовления фрезы.

На практике диаметр дискового шлифовального круга для затылования задних поверхностей рассчитывается по формуле (1):