

**ОРТОПЕДИЧНИЙ РОЗДІЛ**

УДК 616.314-77 : 615.462-07

**В. Г. Шутурминский, к. мед. н.**

Одесский национальный медицинский университет

**РЕЗУЛЬТАТЫ СРАВНИТЕЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ  
ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЛИПРОПИЛЕНОВЫХ  
И АКРИЛОВЫХ ПЛАСТМАСС**

Учитывая актуальность совершенствования съемного протезирования (особенно протезов из современных материалов нейлон, полипропилен, ацеталь) в современной ортопедической стоматологии автор поставил цель устранить недостатки полипропиленовых протезов с целью снижения осложнений, которые сопровождают съемное пластиночное протезирование путем изучения и совершенствования физико-механических и физико-технологических свойств полипропилена. В группе сравнения была представлена акриловая базисная пластмасса. Исследованию подлежали различные модификации полипропилена и разработанный автором сополимер "Tirplene R 359", который имеет ряд преимуществ перед другими аналогами. Для улучшения ряда качеств сополимера "Tirplene R 359" после полимеризации и подгонки протеза обрабатывали в плазме тлеющего разряда.

Результаты проведенных физико-химических исследований полипропиленов и акриловых пластмасс убедительно доказывают, что эти материалы лишены основных недостатков акриловых базисных материалов, а именно: обладают высокой степенью химической безопасности, повышенными прочностными характеристиками; отличаются низкой усадкой, что обеспечивает высокую точность протезов, а также незначительным водопоглощением, обеспечивающим их высокую гигиеничность.

Однако основным недостатком полипропиленовых протезов остается пористость их поверхности, что приводит к изменению поверхности протезов при длительном сроке пользования.

**Ключевые слова:** полипропилен, съемные зубные протезы, водопоглощение пластмассы, усадка, упругость.

**В. Г. Шутурмінський**

Одеський національний медичний університет

**РЕЗУЛЬТАТИ ПОРІВНЯЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИХ  
ВЛАСТИВОСТЕЙ ПОЛІПРОПІЛЕНОВИХ І АКРИЛОВИХ ПЛАСТМАС**

Враховуючи актуальність удосконалення знімного протезування (особливо протезів із сучасних базисних матеріалів: нейлон, поліпропілен, ацеталь) в сучасній ортопедичній стоматології автор поставив за мету нивелювати недоліки поліпропіленових протезів, знизивши ускладнення протезування шляхом вивчення і удосконалення фізико-механічних та фізико-технологічних властивостей поліпропілену. У групі порівняння була представлена акрилова базисна пластмаса. Під дослідження потрапили різні модифікації поліпропілену і розроблений автором сополімер "Tirplene R 359", що має ряд переваг серед іншими аналогами. Для підвищення якості пластмаси після полімеризації та підгонки протез обробляли в плазмі тліючого розряду. Результати проведених фізико-механічних властивостей поліпропіленів та акрилових пластмас доводять, що поліпропілени не мають недоліків акрилових базисних матеріалів, а саме: мають високий ступінь біологічної безпеки, підвищеними міцністними характеристиками, відрізняються низькою усадкою, а також незначною гігроскопічністю, що забезпечує їх високу гігієнічність. Проте основним недоліком поліпропіленових протезів залишається пористість його поверхні, що може призводити до зміни поверхні протезу при тривалому терміні користуванні.

**Ключові слова:** поліпропілен, знімні зубні протези, гігроскопічність пластмаси, усадка, пружність.

V. G. Shuturminskiy

Odessa National Medical University

**RESULTS OF COMPARATIVE STUDIES OF THE PHYSICOMECHANICAL PROPERTIES OF THE POLYPROPYLENE AND ACRYLIC PLASTICS**

**Purpose:** remove deficiencies in the polypropylene prostheses for the purpose of reduction in the complications, which accompany detachable plate prosthetics by study and improving the physic mechanical and physic technological properties of polypropylene.

**Methods:** we selected copolymer of polypropylene "Tipplene R 359", which has a number of advantages. For an improvement in the number of the qualities of copolymer "Tipplene R 359" we after polymerization and the trimming of prosthesis processed material before the plasma of the glow discharge. For the purpose of the estimation of the properties of material we conducted the number of comparative studies of the material obtained by us and material "Llipol". For the working as far as the cold plasma to discharge of models from the colorless plastic was used the experimental installation, proposed by Chulak. As showed its studies, the time of working before the diagram proposed is optimum for the surface modification of samples under investigation.

**Results:** the minimum values of the shrinkage of the developed materials ensure high precision of the made prostheses that, in turn, it makes it possible to avoid significant trimmings and corrections of prostheses. The results of the investigations conducted by us testify about very low water absorption of polypropylene materials in comparison with the acrylic plastics. Being located in the cavity of mouth, polypropylenes, especially copolymer "Tipplene R 359", will be less subjected down the action of moist medium, which is expressed before the penetration into the depths of the material of moisture with the located before it microorganisms and different chemical compounds. Furthermore, it is known that with the absorption as far as 1,5- 2% of water the strength of material decreases on it is eighth 10%. Consequently, minimum water absorption of the created materials profitably distinguishes them based on the widely used basic acrylic plastics.

**Conclusions:** The results of the conducted physical chemistry investigations of polypropylenes and acrylic plastics convincingly prove, that these materials are deprived of the main disadvantages in the acrylic basic materials, namely: they possess the high degree of chemical safety, the increased strength characteristics; they are characterized by low shrinkage, which ensures the high accuracy of prostheses, and also by insignificant water absorption, which ensures their high hygiene. However, the main disadvantage in the polypropylene prostheses remains the porosity of their surface, in result we have a change in the surface of prostheses with the prolonged period of use.

**Keywords:** polypropylene, detachable dental prostheses, water absorption of plastic, shrinkage, elasticity.

**Актуальность темы.** Ортопедическая стоматология вот уже несколько столетий активно развивается и совершенствуется за счет технологических изобретений и эволюции материалов. Одним из наиболее массовых видов протезов за счет своей простоты изготовления и универсальности является съемный пластиночный протез, технология которого, в том виде, в котором мы его сегодня используем, насчитывает более 70-и лет [1]. Вместе с тем, современное материаловедение совершенствует старые и разрабатывает совершенно новые пластмассы, которые можно использовать в ортопедической стоматологии [2-3]. Среди таких коренных изменений в зуботехническом материаловедении следует отметить появление полипропилена и нейлона как материала для базисов съемных протезов [4]. И, несмотря на достаточно длительную историю совершенствования полипропилена в ортопедической клинике, материал имеет существенные физико-механические и физико-технологические недостатки, которые сдерживают широкое распространение этого материала. Положительные черты материала - его биоинертность, четкость прилегания, высокая косметичность и легкость

привыкания к протезу - нивелируются сложностями изготовления протеза, его усадка и высокая пористость.

**Цель данного исследования.** Устранение недостатков полипропиленовых протезов с целью снижения осложнений, которые сопровождают съемное пластиночное протезирование путем изучения и совершенствования физико-механических и физико-технологических свойств этого базисного материала.

Среди таких недостатков определены:

1. повышенная пористость;
2. слоистость краев протезов;
3. излишняя гидрофильность;
4. нестойкость красителей.

**Материалы и методы исследований.** Для устранения указанных недостатков широко известного базисного термопластического материала для изготовления съемных пластиночных протезов «Липол» мы, после ряда поиска сополимеров полипропилена выбрали сополимер "Tipplene R 359", который имеет ряд преимуществ. Для улучшения ряда качеств сополимера " Tipplene R 359" мы после полимеризации и

подгонки протеза обрабатывали материал в плазме тлеющего разряда.

С целью оценки свойств материала мы провели ряд сравнительных исследований полученного нами материала и материала «Липол».

Для обработки плазмой тлеющего (холодного) разряда образцов из бесцветной пластмассы использовали экспериментальную установку, предложенную проф. Л. Д. Чулаком (1989) [5]. Как показали его исследования, время обработки в предложенной схеме является оптимальным для модификации поверхности исследуемых образцов [6].

Основная характеристика биоинертности полимера — величина контактного угла смачивания, которая определялась при помощи горизонтального микроскопа с окуляром, оборудованным специальной шкалой, путем нанесения на контрольные и опытные образцы капель воды

фиксированного объема с помощью микрошприца [7].

Угол смачивания для каждой экспериментальной точки графиков определялся по результатам не менее 50 измерений. Максимальное отклонение во всех случаях не превышало  $\pm 3^\circ$ .

При изучении пористости материалов мы проводили сравнительную характеристику только двух материалов — «Липол» и сополимера "Tipplene R 359". Определение пористости поверхности полимеризованного образца проводили Прибором для измерения пористости низкого напряжения ОС 15 [8].

**Анализ результатов исследования.** Результаты проведенных физико-механических испытаний материалов «Липол» и " Tipplene R 359" указывают на повышенные прочностные характеристики этих материалов (табл.).

Таблица

**Сравнительная характеристика физико-механических свойств образцов базисных полимеров**

Показатель	«Липол»	«Tipplene R 359»	«Фторакс»
Удельная ударная вязкость, кДж/м <sup>2</sup>	26,50±2,04	29,0 ± 0,5	11,5±1,5
Величина нагрузки на излом, МПа	270,0±7,0	298,0±4,0	80,0±5,0
Модуль упругости при изгибе, МПа	2715,0±11,5	2890,0±9,5	2105,0±0,5
Модуль упругости при растяжении, МПа	2570,0±5,5	2710,0±7,4	1985,0±2,1
Показатель относительного удлинения при разрыве, %	17,5±0,4	21,0±0,3	2,0±0,2
Определение твердости по Шору, усл. ед.	61,0±0,5	74,0±1,50	109,0±2,0
Линейная усадка полимеризации, %	1,9±0,1	1,8±0,2	6,0±0,5
Уровень водопоглощения, %	0,33±0,03	0,26±0,02	1,5±0,5



Рис. Результаты исследования модулей упругости основных базисных пластмасс

При исследовании удельной ударной вязкости материала "Tipplene R 359" установлено, что по этому показателю — (29±2,5) кДж/м<sup>2</sup> — материал более чем вдвое ( $p < 0,01$ ) превосходит широко применяемые акриловые базисные материалы.

Результаты испытаний на статический изгиб материала " Tipplene R 359" и сравнение их с аналогичными показателями акриловых пласт-

масс свидетельствуют о том, что при сопоставимых нагрузках — (80±5) МПа — акриловые пластмассы ломаются, а полипропилены лишь изгибаются в 1,5 толщины образца с последующим возвращением в исходное состояние.

Результаты определения модулей упругости материала " Tipplene R 359" при изгибе (2890 МПа) и растяжении (2710 МПа) свидетельствуют о преимуществе разработанного материала перед

акриловыми базисными материалами на 20-25 % (рис.), а также о незначительном преимуществе перед традиционно признанным полипропиленом «Липолом».

Это означает, что материал на основе сополимера полипропилена является высокомодульной пластмассой, обладающей повышенным сопротивлением к развитию знакопеременных упругих деформаций, которые испытывает протез, находясь в полости рта.

В результате определения относительного удлинения при разрыве установлено, что сополимер «Tiplene R 359» по этому показателю в 9 раз превосходит акриловые пластмассы. Следовательно, протезы, изготовленные из этого материала, смогут выдерживать большие нагрузки во время эксплуатации.

Исследования по изучению усадки разработанных материалов показали, что усадка сополимера ПП " Tiplene R 359" составляет  $(1,8 \pm 0,2)$  %. Это немногим ниже ( $p > 0,05$ ) показателя ПП «Липол»  $(1,9 \pm 0,1)$  %, но значительно меньше ( $p < 0,01$ ) усадки акриловых базисных пластмасс, в частности, пластмассы «Фторакс», которую использовали в исследовании –  $(6,0 \pm 0,5)$  %. Такие значения усадки полипропиленовых сополимеров можно считать минимальными, тем более что технология изготовления протезов из этих материалов с использованием метода литьевого прессования не предусматривает специальных технологических факторов для компенсации усадки, а ведь именно эти факторы позволяют снизить усадку при изготовлении протезов с акриловыми базисами до 2 %.

Таким образом, минимальные значения усадки разработанных материалов обеспечивают высокую прецизионность изготавливаемых протезов, что, в свою очередь, позволяет избежать значительных подгонок и коррекций протезов.

Результаты проведенных нами исследований свидетельствуют об очень низком водопоглощении полипропиленовых материалов по сравнению с акриловыми пластмассами.

Находясь в полости рта, полипропилены, особенно сополимер " Tiplene R 359", будут менее подвержены действию влажной среды, выражающемуся в проникновении вглубь материала влаги с находящимися в ней микроорганизмами и различными химическими соединениями. Кроме того, известно, что при поглощении 1,5-2 % воды прочность материала уменьшается на 8-10 %. Следовательно, минимальное водопоглощение созданных материалов выгодно

отличает их от широко применяемых базисных акриловых пластмасс (в частности, «Фторакс»).

Результаты показали преимущество в применении сополимера "Tiplene R 359" ( $0,240 \pm 0,004$  ед против  $0,360 \pm 0,001$ ), а применение к пластмассе обработки в плазме тлеющего разряда снизило пористость до  $0,190 \pm 0,024$  ед.

**Выводы.** Результаты проведенных физико-химических и санитарно-химических исследований ПП «Липол» и "Tiplene R 359" в сравнении с наиболее распространенной базисной пластмассой «Фторакс» убедительно доказывают, что эти материалы лишены основных недостатков акриловых базисных материалов, а именно: обладают высокой степенью химической безопасности, повышенными прочностными характеристиками; отличаются низкой усадкой, что обеспечивает высокую точность протезов, а также незначительным водопоглощением, обеспечивающим их высокую гигиеничность.

Однако основным недостатком полипропиленовых протезов остается пористость их поверхности, что приводит к изменению поверхности протезов при длительном сроке пользования.

### *Список литературы*

1. Хэннинг В. Современные технологии протезирования / В. Хэннинг. – Руководство. – Бремен : academia dental, 2006. – 285 с.
2. Альтер Ю. М. Полиуретановый базисный материал «Пентелур» и модифицированные композиции полиуретана: сравнительная оценка физико-механических свойств / Ю. М. Альтер, М. П. Ткачук, И. Я. Покровский // Стоматология. – 2013. – №1. – С. 9-13.
3. Филимонова О. И. Особенности протезирования протезами из нейлона № 512 (Evolon, Израиль) в клинике ортопедической стоматологии / О. И. Филимонова, Е. Г. Тютинова, В. А. Фанакин // Современная ортопедическая стоматология. – 2011. – №15. – С. 87-89.
4. Каплан М. З. Поиск альтернативных полиметилметакрилатов для съемного протезирования: обзор / М. З. Каплан, А. С. Григорян, З. П. Антипова, Х. Р. Тигранян // Стоматология для всех. – 2007. – № 2. – С. 12-17.
5. Спосіб виготовлення біоінертного знімного зубного протеза / Чулак Л.Д., Вальда В.В., Киричек А.В., 2001. Патент України № 41831А, А61G9/00 від 17.09.2001. – Бюлетень № 8.
6. Чулак Л. Д. Конструкция и принцип действия вакуум-плазменного устройства для нанесения фторопластового покрытия на зубные протезы / Л. Д. Чулак // Бюл. Вост.-Сиб. науч. центра Сиб. отд.-ния Рос. АМН. – Иркутск, 1993. – Вып. 3-4. – С. 61-66.
7. Измерения угла смачивания EasyDrop // InfoLab – оборудование для лабораторий и производства [Электронный ресурс] [http://www.infolab.ru/kruss/easy\\_drop.php](http://www.infolab.ru/kruss/easy_drop.php)
8. Приборы фирмы «Текса» // [Электронный ресурс] <http://www.tecsa.ru/content.asp?pn=633>.

