

Исследование конструктивных параметров системы ротационных эндодонтических инструментов

Т.С. БЕЛЯЕВА, асп.

Е.А. РЖАНОВ, доц.

Кафедра терапевтической стоматологии и эндодонтии ФПДО

ГБОУ ВПО «Московский государственный медико-стоматологический университет Минздравсоцразвития»

The study of design features of the rotary endodontic instruments

T.S. BELYAEVA, E.A. RZHANOV

Резюме: Особенности конструкции эндодонтического инструмента определяют ряд его важнейших свойств. Знание конструктивных параметров того или иного инструмента позволяет сделать вывод о его свойствах и провести сравнительный анализ инструментов различного дизайна. Цель работы – количественное исследование и анализ основных конструктивных параметров инструментов FlexMaster. В исследование были включены 30 инструментов различного размера и конусности. С помощью СЭМ были получены изображения инструментов и их поперечных сечений и проведено измерение следующих параметров: угол при вершине, угол нарезки, шаг нарезки, глубина нарезки, внутренний и наружный диаметры, углы режущего лезвия. Анализ конструктивных параметров инструментов FlexMaster позволил выделить их характерные свойства: 1) высокую режущую эффективность; 2) устойчивость к торсионным нагрузкам; 3) низкую гибкость; 4) агрессивность вершины; 5) плохую контролируемость процесса препарирования за счет выраженного эффекта вкручивания.

Ключевые слова: эндодонтический инструментарий, препарирование корневых каналов, ротационные никель-титановые инструменты, конструктивные параметры, система FlexMaster.

Abstract: Design features of the endodontic instrument determine its essential properties. Information about these design features carries inference about instrument properties and makes possible a comparative analysis of instruments with different design. The aim of the present work is a quantitative study and analysis of the FlexMaster instruments design features. Thirty instruments of different size and taper have been included in this study. SEM examination of all instruments and their cross-sections was made to determine the following design parameters: tip angle, fluting angle, pitch length, fluting depth, internal and external diameters and the angles of cutting blade. Design features analysis of the FlexMaster instruments allows pointing out its outstanding characteristics: 1) good cutting efficiency; 2) high torsional resistance; 3) low flexibility; 4) aggressive tip; 5) low controllability of cutting process due to substantial self-feeding effect.

Key words: endodontic tools, preparation of the root canal, rotary nickel-titanium instruments, design features, FlexMaster system.

Введение

Для успешного применения в практике вращающиеся инструменты для препарирования корневых каналов зубов должны отвечать ряду требований и обладать определенным набором свойств, такими как гибкость, режущая эффективность, устойчивость к циклическим и/или торсионным нагрузкам и т. д. В зависимости от конкретной клинической ситуации на первый план могут выходить те или иные свойства инструмента.

На сегодняшний день существует множество различных систем вращающихся инструментов. Изучению тех или иных свойств этих инструментов посвящено множество экспериментальных исследований [1-9]. Большинство этих исследований основаны на эмпирическом подходе. При таком подходе методологические отличия в экспериментах затрудняют, а зачастую делают невозможным проведение всеобъемлющего сравнительного анализа свойств различных инструментов и систем [10, 11].

Между тем, свойства инструментов определяются материалом, из которого они изготовлены, и их конструкцией. Для изготовления всех современных вращающихся эндодонтических инструментов используется никель-титановый сплав¹.

¹Несколько лет назад при помощи специальной термомеханической обработки традиционного никель-титанового сплава была получена его новая модификация, получившая название M-wire. В настоящее время M-wire применяется для изготовления нескольких новых систем инструментов. Однако на сегодняшний день количество объективной информации, позволяющей сделать однозначный вывод о преимуществах нового сплава, недостаточно. В некоторых работах для сравнительных исследований использовались специально изготовленные экспериментальные инструменты [12, 13]. В других работах инструменты различались не только по материалу изготовления, но и по дизайну [6, 14-18].

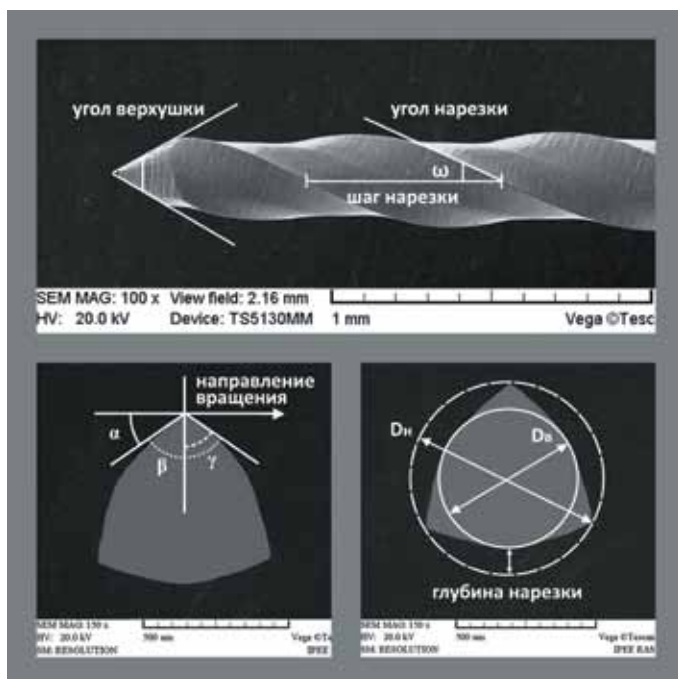


Рис. 1. Конструктивные параметры инструмента.

На примере FlexMaster 25 .04.

α – задний угол;

β – угол заострения;

γ – передний угол;

D_v – внутренний диаметр;

D_n – наружный диаметр

То есть очевидно, что при сходстве сплава, используемого для изготовления инструментов, их основные отличия друг от друга обусловлены особенностями конструкции.

Подавляющее большинство ротационных никель-титановых эндодонтических инструментов представляют собой монолитный конусный стержень со специфической нарезкой рабочей части, что соответствует господствующей сегодня в эндодонтии концепции конусного препарирования корневых каналов [19].

Основополагающие принципы влияния конструктивных параметров рабочей части на свойства инструмента подробно рассмотрены в нашей ранее опубликованной работе, посвященной данному вопросу [20].

Располагая достаточно точной информацией о конструктивных параметрах того или иного инструмента, а также современным физико-математическим аппаратом для ее обработки, можно уверенно сделать вывод о его свойствах, а также провести объективный сравнительный анализ инструментов различного дизайна. Однако в доступной литературе данные, касающиеся конструктивных параметров наиболее часто применяемых систем инструментов, весьма ограничены, а информация, публикуемая производителями, носит скорее рекламный характер и не всегда соответствует действительности [21].

Данная статья посвящена исследованию конструктивных параметров инструментов системы FlexMaster (VDW, Германия), которые появились на рынке в 2000 году и с тех пор довольно широко применяются на практике. Тем не менее, в литературе исследованию некоторых конструктивных параметров инструментов этой системы посвящена лишь одна работа [22].

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Количественное исследование и анализ основных конструктивных параметров инструментов системы FlexMaster.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В исследование были включены 30 инструментов FlexMaster (VDW, Германия) следующих размеров:

20 .04, 25 .04, 30 .04, 20 .06, 25 .06 и 30 .06 (по пять инструментов каждого размера). Для количественного измерения параметров инструментов были проведены их электронно-микроскопические исследования. С помощью сканирующего электронного микроскопа (СЭМ) были получены микрофотограммы рабочей части инструментов на увеличениях $\times 25$, $\times 100$ и $\times 120$.

Для исследования конфигурации поперечного сечения инструментов были изготовлены их поперечные срезы. Для этого инструменты фиксировали в специальной цилиндрической форме так, чтобы продольная ось инструмента располагалась перпендикулярно дну цилиндра. Затем форму с инструментом заливали низкомолекулярным композиционным материалом и полимеризовали. После этого получали срезы инструментов перпендикулярно к их продольной оси на расстояниях 1, 3, 6 и 10 мм от вершины. Поверхность срезов аккуратно полировали, очищали и высушивали. Затем на поверхность образцов методом ионного напыления наносили тончайший слой золота для снятия заряда и экранирования падающего пучка электронов от накопленного в объеме материала заряда. Сканирующую электронную микроскопию поперечных срезов инструментов проводили на увеличении $\times 150$ в поле отраженных вторичных электронов.

Измерения конструктивных параметров инструментов по полученным с помощью СЭМ изображениям проводили в программе Adobe Photoshop CS3. Было проведено измерение следующих конструктивных параметров инструментов (рис. 1):

- угла при вершукше;
- угла нарезки;
- шага нарезки;
- глубины нарезки;
- внутреннего и наружного диаметров;
- переднего угла режущего лезвия;
- заднего угла режущего лезвия;
- угла заострения режущего лезвия.

Полученные количественные величины были обработаны статистически, а затем графически представлены с помощью программы Microsoft Excel 2010.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

FlexMaster 20 .04

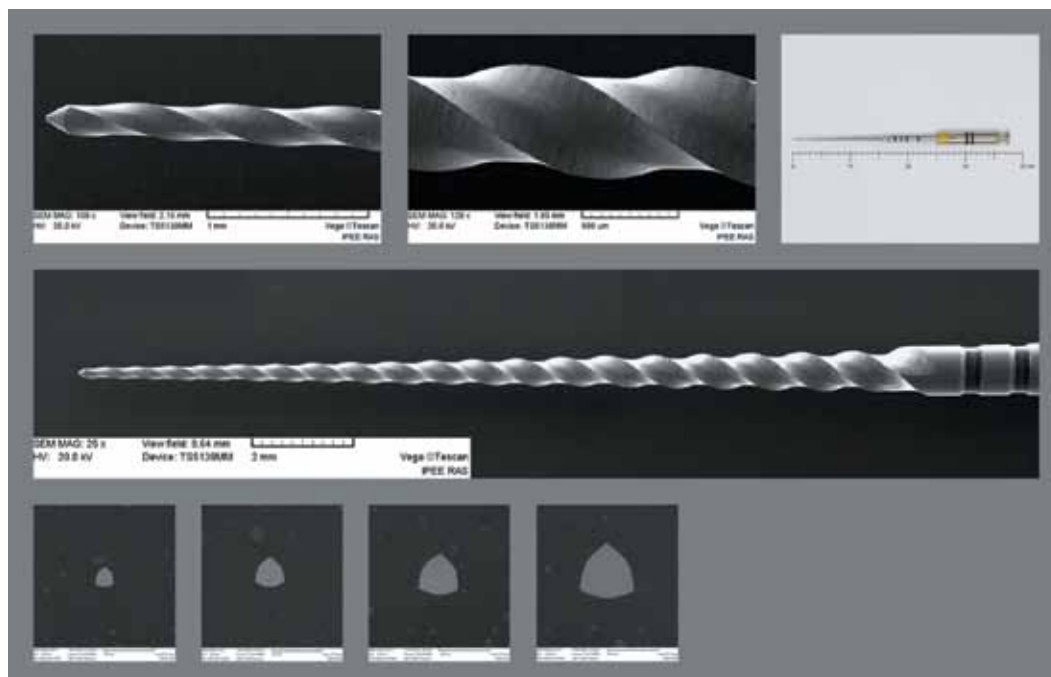


Рис. 2. Результаты электронно-микроскопического исследования FlexMaster 20 .04



Рис. 3. Шаг нарезки инструмента FlexMaster 20 .04 увеличивается в направлении от вертушки к хвостовику



Рис. 4. Угол нарезки инструмента FlexMaster 20 .04 также в целом равномерно увеличивается в направлении от вертушки к хвостовику



Рис. 5. Глубина нарезки инструмента FlexMaster 20 .04 равномерно возрастает по всей длине режущей части инструмента от вертушки к хвостовику

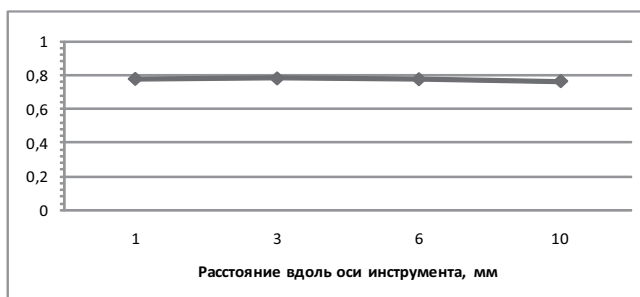


Рис. 6. Отношение Dв/Dн у инструментов FlexMaster 20 .04 остается практически неизменным на исследованном отрезке от 1 до 10 мм, то есть увеличение внутреннего и наружного диаметров происходит пропорционально

Таблица 1. Средние значения и стандартные отклонения для углов при вертушке и углов режущего лезвия инструмента FlexMaster 20 .04, градус

Угол вертушки	Задний угол α	Передний угол γ	Угол заострения β
$57,0 \pm 1,8$	$36,5 \pm 2,1$	$-52,9 \pm 2,8$	$106,5 \pm 3,3$

FlexMaster 25 .04

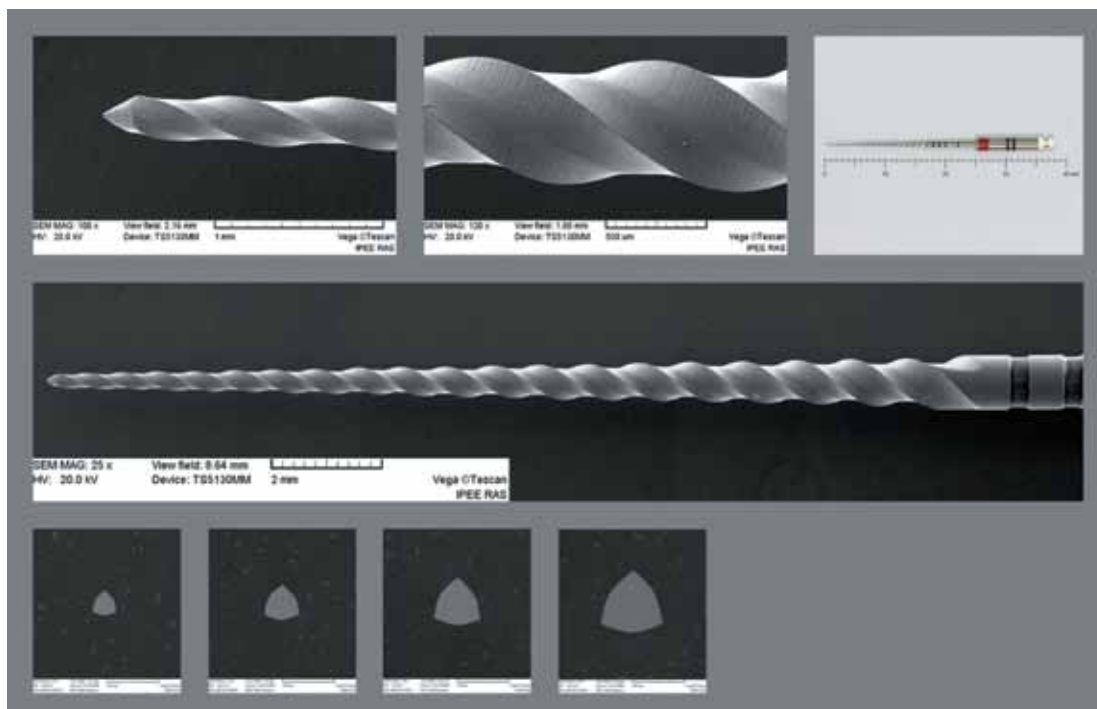


Рис. 7. Результаты электронно-микроскопического исследования FlexMaster 25 .04



Рис. 8. Шаг нарезки инструмента FlexMaster 25 .04 увеличивается в направлении от верхушки к хвостовику



Рис. 9. Угол нарезки инструмента FlexMaster 25 .04 также в целом равномерно увеличивается от верхушки к хвостовику



Рис. 10. Глубина нарезки инструмента FlexMaster 25 .04 равномерно нарастает по всей длине режущей части инструмента от верхушки к хвостовику

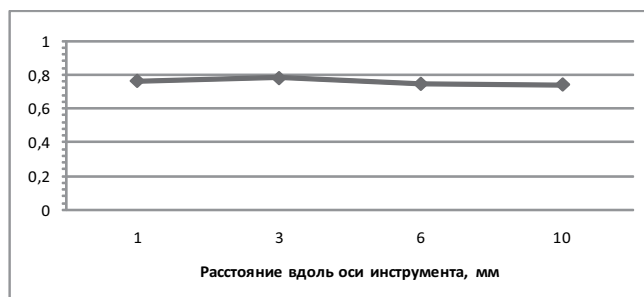


Рис. 11. Отношение Dв/Dн у инструментов FlexMaster 25 .04 остается практически неизменным на отрезке от 1 до 3 мм, а затем незначительно снижается на отрезке от 3 до 10 мм, то есть увеличение внутреннего и наружного диаметров происходит не вполне пропорционально

Таблица 2. Средние значения и стандартные отклонения для углов при верхушке и углов режущего лезвия инструмента FlexMaster 25 .04, градус

Угол верхушки	Задний угол α	Передний угол γ	Угол заострения β
58,0 ± 1,6	39,4 ± 1,5	-52,2 ± 2,0	102,8 ± 2,3

FlexMaster 30 .04

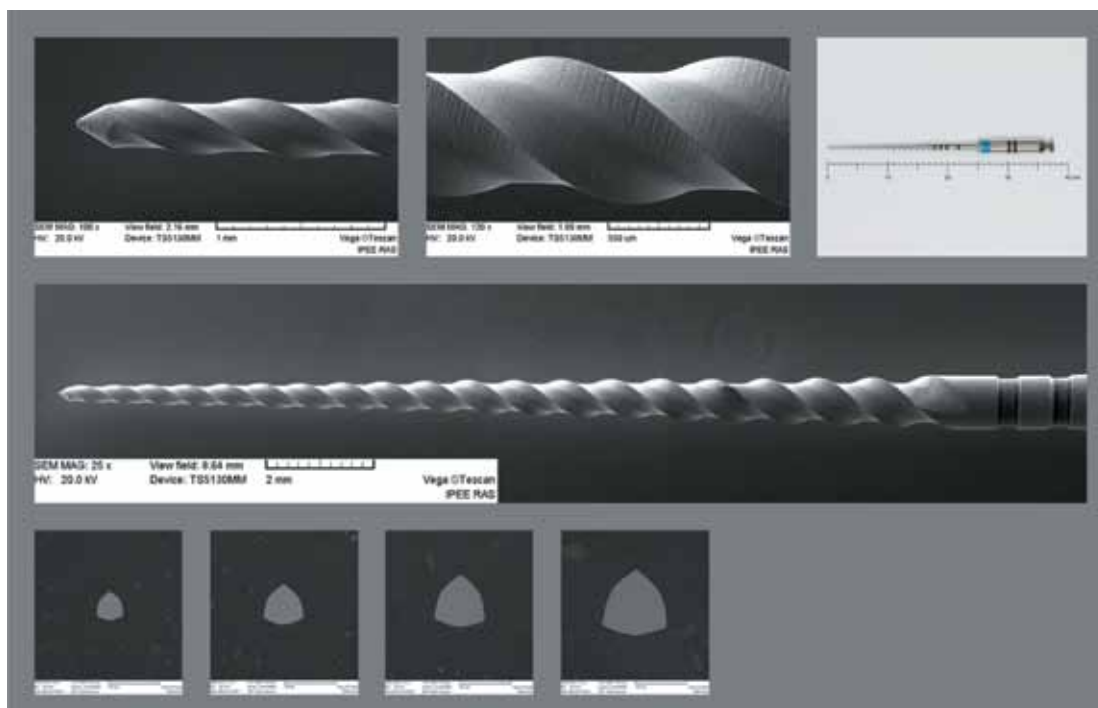


Рис. 12. Результаты электронно-микроскопического исследования FlexMaster 30.04



Рис. 13. Шаг нарезки инструмента FlexMaster 30.04 увеличивается в направлении от вершины к хвостовику



Рис. 14. Угол нарезки инструмента FlexMaster 30.04 в целом достаточно равномерно увеличивается от вершины к хвостовику



Рис. 15. Глубина нарезки инструмента FlexMaster 30.04 постепенно возрастает по всей длине режущей части инструмента от вершины к хвостовику

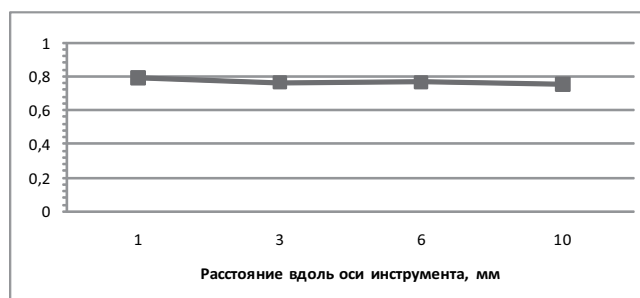


Рис. 16. Отношение Dв/Dн у инструментов FlexMaster 30.04 имеет незначительную тенденцию к постепенному снижению на исследованном отрезке от 1 до 10 мм, то есть увеличение внутреннего и наружного диаметров происходит не вполне пропорционально

Таблица 3. Средние значения и стандартные отклонения углов при вершине и углов режущего лезвия инструмента FlexMaster 30.04, градус

Угол вершины	Задний угол α	Передний угол γ	Угол заострения β
60,0 ± 1,5	36,7 ± 2,2	-55,0 ± 1,7	108,3 ± 2,5

FlexMaster 20 .06

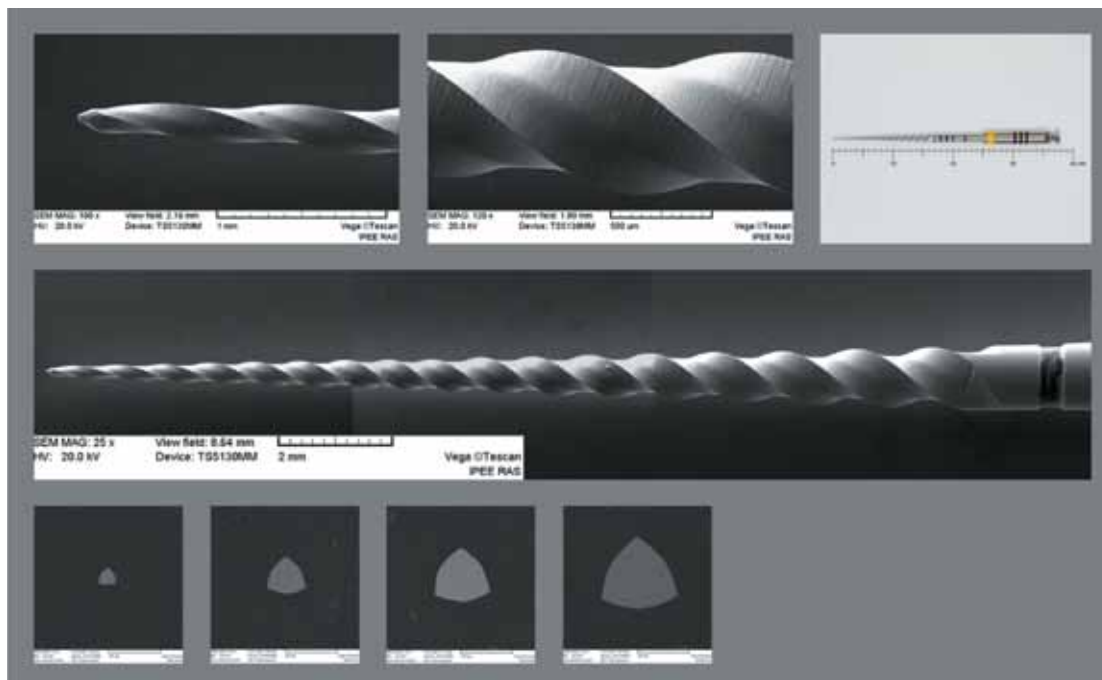


Рис. 17. Результаты электронно-микроскопического исследования FlexMaster 20 .06



Рис. 18. Шаг нарезки инструмента FlexMaster 20 .06 остается практически постоянным примерно до середины режущей части инструмента. Затем происходит довольно резкое увеличение шага нарезки



Рис. 19. Угол нарезки инструмента FlexMaster 20 .06 быстро увеличивается примерно до середины режущей части. Затем наблюдается медленное незначительное увеличение угла нарезки



Рис. 20. Глубина нарезки инструмента FlexMaster 20 .06 медленно увеличивается примерно до середины режущей части инструмента, последующее увеличение глубины нарезки происходит значительно более резко

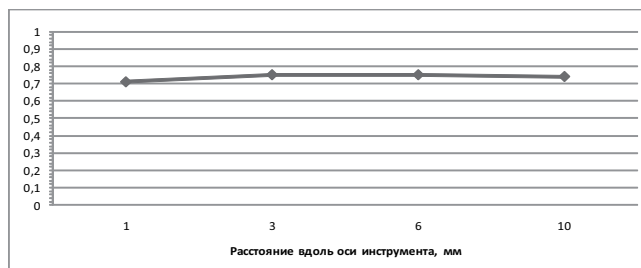


Рис. 21. Отношение Dв/Dн у инструментов FlexMaster 20 .06 незначительно возрастает на отрезке от 1 до 3 мм, затем между 3 и 6 мм остается практически неизменным, а к 10 мм снова несколько уменьшается. Это свидетельствует о том, что динамика увеличения внутреннего диаметра инструментов не вполне соответствует нарастанию внешнего диаметра

Таблица 4. Средние значения и стандартные отклонения углов при вершукке и углов режущего лезвия инструмента FlexMaster 20 .06, градус

Угол вершукки	Задний угол α	Передний угол γ	Угол заострения β
56,0 ± 1,7	39,5 ± 2,5	-52,0 ± 2,3	102,6 ± 3,7

FlexMaster 25 .06

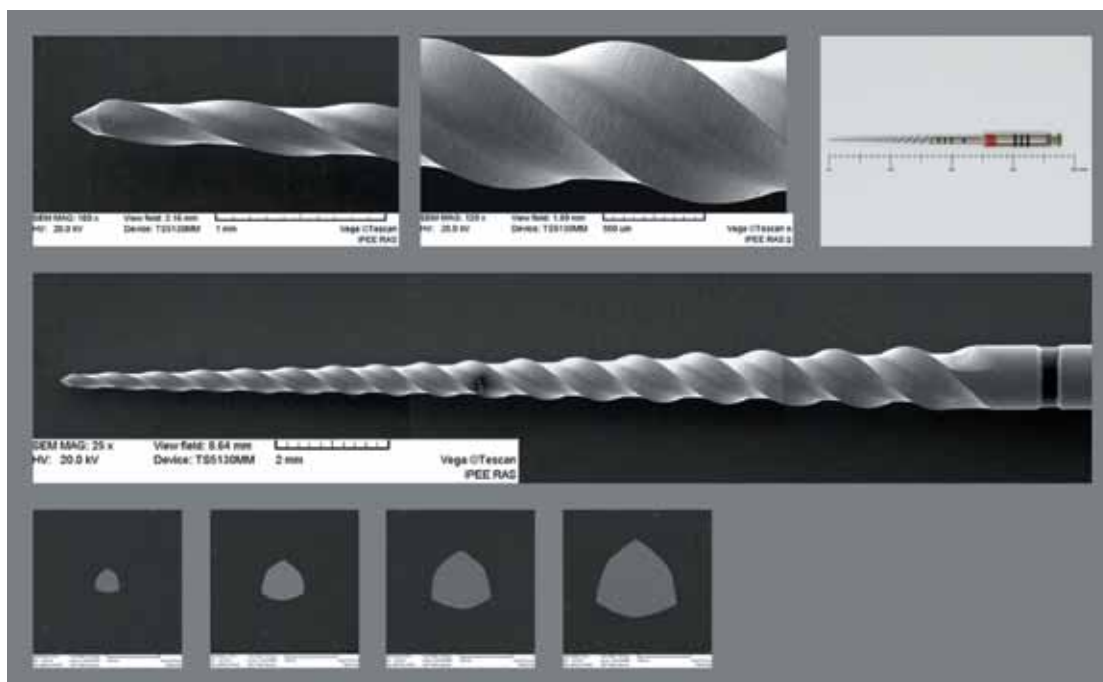


Рис. 22. Результаты электронно-микроскопического исследования FlexMaster 25 .06



Рис. 23. Шаг нарезки инструмента FlexMaster 25 .06 практически неизменен на расстоянии от верхушки до середины режущей части инструмента. В последующем значения шага нарезки резко возрастают



Рис. 24. Угол нарезки инструмента FlexMaster 25 .06 быстро увеличивается примерно до середины режущей части. Последующее увеличение угла нарезки происходит значительно менее резко



Рис. 25. Глубина нарезки инструмента FlexMaster 25 .06 медленно увеличивается примерно до середины режущей части инструмента, последующее увеличение глубины нарезки происходит несколько более резко

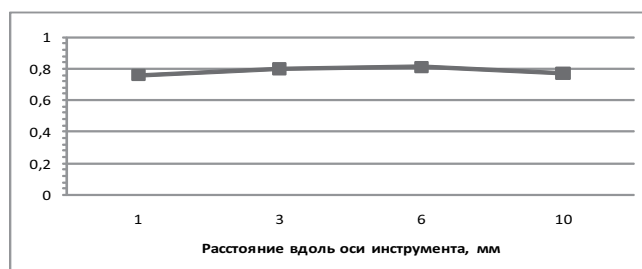


Рис. 26. Отношение Dв/Dн у инструментов FlexMaster 25 .06 незначительно возрастает на отрезке от 1 до 3 мм, затем между 3 и 6 мм остается практически неизменным, а к 10 мм снова несколько уменьшается. Это свидетельствует о том, что динамика увеличения внутреннего диаметра инструментов не вполне соответствует нарастанию внешнего диаметра

Таблица 5. Средние значения и стандартные отклонения углов при верхушке и углов режущего лезвия инструмента FlexMaster 25 .06, градус

Угол верхушки	Задний угол α	Передний угол γ	Угол заострения β
$59,0 \pm 1,2$	$35,7 \pm 3,7$	$-55,6 \pm 2,3$	$110,0 \pm 4,1$

FlexMaster 30 .06

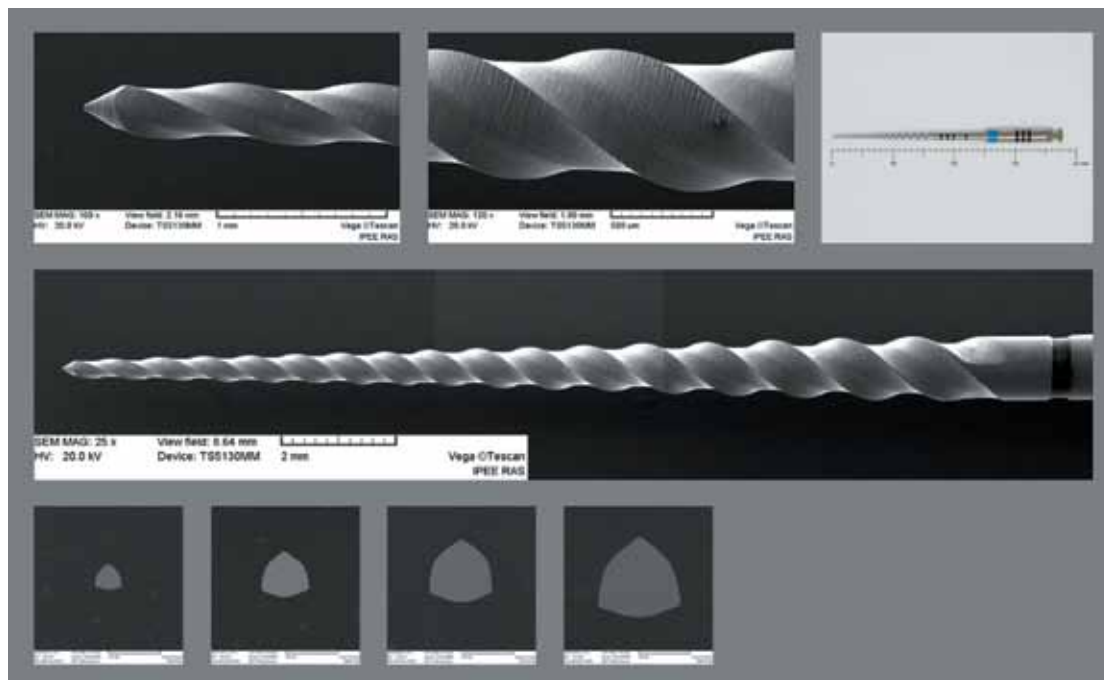


Рис. 27. Результаты электронно-микроскопического исследования FlexMaster 30.06



Рис. 28. Шаг нарезки инструмента FlexMaster 30.06 практически неизменен на расстоянии от вершины до середины режущей части инструмента. В последующем значение шага нарезки резко нарастает



Рис. 29. Значения угла нарезки инструмента FlexMaster 30.06 быстро увеличиваются примерно до середины режущей части. Последующее увеличение угла нарезки происходит менее резко



Рис. 30. Глубина нарезки инструмента FlexMaster 30.06 медленно увеличивается примерно до середины режущей части инструмента, последующее увеличение глубины нарезки происходит несколько более резко

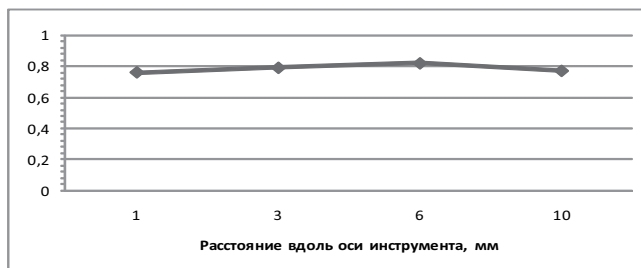


Рис. 31. Отношение Dв/Dн у инструментов FlexMaster 30.06 незначительно возрастает на отрезке от 1 до 3 мм, затем между 3 и 6 мм остается практически неизменным, а к 10 мм снова несколько уменьшается. Это свидетельствует о том, что динамика увеличения внутреннего диаметра инструментов не вполне соответствует нарастанию внешнего диаметра

Таблица 6. Средние значения и стандартные отклонения углов при вершине и углов режущего лезвия инструмента FlexMaster 30.06, градус

Угол вершины	Задний угол α	Передний угол γ	Угол заострения β
58,5 ± 2,1	38,2 ± 3,8	-53,1 ± 3,1	104,9 ± 6,5

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ

Шаг нарезки

Шаг нарезки инструментов FlexMaster 04 конусности относительно равномерно увеличивается по направлению от верхушки к хвостовику. У инструментов 06 конусности шаг нарезки остается практически неизменным примерно до середины режущей части, затем наблюдается более резкое увеличение шага нарезки. Различий в значениях шага нарезки (а значит и в количестве витков) у инструментов разных размеров по ISO не наблюдается. В целом инструменты системы FlexMaster имеют достаточно частую нарезку и большое количество витков на рабочей части. При этом у инструментов 06 конусности шаг нарезки несколько больше, чем у инструментов 04 конусности, а, следовательно, они имеют меньшее количество витков на режущей части инструмента.

Угол нарезки

Значения угла нарезки инструментов FlexMaster увеличиваются от верхушки к хвостовику. Однако если у инструментов 04 конусности это увеличение относительно равномерное, то у инструментов 06 конусности угол нарезки довольно быстро нарастает примерно до середины режущей части инструмента, затем увеличение угла нарезки происходит менее резко. Данная тенденция согласуется с динамикой изменения шага нарезки, так как эти параметры имеют обратную зависимость. С увеличением размера инструмента по ISO значения угла нарезки также несколько увеличиваются.

Небольшой шаг нарезки в сочетании с достаточно большими значениями угла нарезки инструментов FlexMaster делают их подверженными эффекту вкручивания, который затрудняет контроль над инструментом в процессе работы и может вести к его поломке внутри корневого канала [20]. Инструменты большей конусности ввиду наличия большего угла нарезки подвержены этому эффекту в большей степени.

Глубина нарезки

Глубина нарезки равномерно нарастает по всей длине режущей части у инструментов 04 конусности. У инструментов 06 конусности глубина нарезки медленно увеличивается примерно до середины режущей части инструмента, а последующее увеличение глубины нарезки происходит более резко. В целом значения глубины нарезки у инструментов 06 конусности больше, чем у инструментов 04 конусности, причем в первой половине режущей части (ближе к верхушке) эти различия не столь значительны, как во второй. При увеличении размера инструмента по ISO глубина нарезки также несколько возрастает.

Глубина нарезки наряду с некоторыми другими параметрами определяет объем нарезки, который в свою очередь характеризует режущую эффективность инструмента [20]. Большая глубина нарезки способствует высокой режущей эффективности инструментов. Инструменты FlexMaster 06 конусности способны срезать большее количество субстрата, в особенности в области второй половины режущей части.

Угол верхушки и углы режущего лезвия.

Среднее значение угла при верхушке у инструментов системы FlexMaster составило 58,1°. Данные инструменты имеют достаточно острую верхушку, поэтому при работе с ними в искривленных корневых каналах следует соблюдать осторожность, так как имеется риск образования «ступенек».

Передний угол лезвия инструментов FlexMaster имеет выраженные отрицательные значения, в целом оптимальные для препарирования [20]. Значения переднего угла по ходу режущей части меняются незначительно. Также отсутствуют выраженные различия между значениями передних углов у инструментов различных размеров и конусности.

Задний угол инструментов FlexMaster имеет относительно большую величину, что позволяет лезвию легко погружаться в субстрат на достаточную глубину. Значения заднего угла остаются практически неизменными на различных уровнях режущей части инструментов.

Угол заострения инструментов FlexMaster имеет достаточно большие значения, что свидетельствует о прочности и стабильности режущего лезвия в процессе обработки канала.

Таким образом, форма режущего лезвия обеспечивает высокую режущую эффективность и в сочетании с имеющейся глубиной нарезки позволяет охарактеризовать инструменты FlexMaster как агрессивные.

Отношение Дв/Дн

Изменение отношения Дв/Дн у инструментов FlexMaster 04 конусности не имеет выраженной тенденции. Отношение Дв/Дн у инструментов 06 конусности незначительно возрастает на отрезке режущей части от 1 до 3 мм, затем между 3 и 6 мм остается практически неизменным, а к 10 мм снова несколько уменьшается. Таким образом, динамика увеличения внутреннего диаметра инструментов не вполне соответствует нарастанию внешнего диаметра. Инструменты FlexMaster имеют высокое значение Дв/Дн (около 0,8), что свидетельствует об их низкой гибкости или ригидности. В то же время данный показатель указывает на хорошую устойчивость этих инструментов к торсионным нагрузкам. Инструменты с таким высоким показателем Дв/Дн в сочетании с довольно острой конфигурацией верхушки не рекомендуется использовать для обработки сильно искривленных корневых каналов во избежание существенного нарушения исходной анатомии канала. Однако следует отметить преимущества инструментов FlexMaster при обработке прямых, но узких и облитерированных каналов.

Выводы

Анализ основных конструктивных параметров инструментов FlexMaster позволил выделить их характерные свойства:

1. Агрессивность верхушки.
2. Высокая режущая эффективность.
3. Устойчивость к торсионным нагрузкам.
4. Низкая гибкость.
5. Плохая контролируемость препарирования за счет выраженного эффекта вкручивания.

Данные инструменты не рекомендуется применять в сильно искривленных корневых каналах.

Поступила 17.02.2012

Координаты для связи с авторами:

127473, Москва, ул. Делегатская, д. 20, стр. 1, МГМСУ

Кафедра терапевтической стоматологии и эндодонтии ФГДО

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Yared G., Kulkarni G.K., Ghossayn F. An in vitro study of the torsional properties of new and used K3 instruments // *Int Endod J.* 2003. №36. P. 764-769.
2. Ray J. J., Kirkpatrick T. C., Rutledge R. E. Cyclic fatigue of endosequence and K3 rotary files in a dynamic model // *J Endod.* 2007. №33 (12). P. 1469-1472.
3. Bahia M. G. A., Melo M. C. C., Buono V. T. L. Influence of cyclic torsional loading on the fatigue resistance of K3 instruments. // *Int Endod J.* 2008. №41. P. 883-891.
4. Gambarini G., Grande N.M., Plotino G., Somma F., Garala M., De Luca M., Testarelli L. Fatigue resistance of engine-driven rotary nickel-titanium instruments produced by new manufacturing methods // *J Endod.* 2008. №34 (8). P. 1003-1005.
5. Melo M. C. C., Pereira E. S. J., Viana A. C. D., Fonseca A. M. A., Buono V. T. L., Bahia M. G. A. Dimensional characterization and mechanical behaviour of K3 rotary instruments // *Int Endod J.* 2008. №41. P. 329-338.
6. Kell T., Azarpazhooh A., Peters O.A., El-Mowafy O., Tompson B., Basrani B. Torsional profiles of new and used 20/06 GT series X and GT rotary endodontic instruments // *J Endod.* 2009. №35 (9). P. 1278-1281.
7. Park S-Y., Cheung G. S. P., Yum J., Hur B., Park J-K., Kim H-C. Dynamic torsional resistance of nickel-titanium rotary instruments // *J Endod.* 2010. №36 (7). P. 1200-1204.
8. Testarelli L., Grande N. M., Plotino G., Lendini M., Pongione G., De Paolis G., Rizzo F., Milana V., Gambarini G. Cyclic fatigue of different nickel-titanium rotary instruments: a comparative study // *The Open Dentistry Journal.* 2009. №3. P. 55-58.
9. Kim H-C., Yum J., Hur B., Cheung G. S. P. Cyclic fatigue and fracture characteristics of ground and twisted nickel-titanium rotary files // *J Endod.* 2010. №36 (1). P. 147-152.
10. Plotino G., Grande N. M., Cordaro M., Testarelli L., Gambarini G. A review of cyclic fatigue testing of nickel-titanium rotary instruments // *J Endod.* 2009. №35 (11). P. 1469-1476.
11. Plotino G., Grande N.M., Cordaro M., Testarelli L., Gambarini G. Influence of the shape of artificial canals on the fatigue resistance of NiTi rotary instruments // *Int Endod J.* 2010. №43. P. 69-75.
12. Johnson E., Lloyd A., Kuttler S., Namerow K. Comparison between a novel nickel-titanium alloy and 508 Nitinol on the cyclic fatigue life of ProFile 25/04 rotary instruments // *J Endod.* 2008. №34 (11). P. 1406-1409.
13. Gao Y., Shotton V., Wilkinson K., Phillips G., Johnson W. B. Effects of raw material and rotational speed on the cyclic fatigue of ProFile Vortex rotary instruments // *J Endod.* 2010. №36 (7). P. 1205-1209.
14. Kramkowski T. R., Bahcall J. An in vitro comparison of torsional stress and cyclic fatigue resistance of profile GT and profile GT series X rotary nickel-titanium files // *J Endod.* 2009. №35. P. 404-407.
15. Larsen C. M., Watanabe I., Glickman G. N., He J. Cyclic fatigue analysis of a new generation of nickel titanium rotary instruments // *J Endod.* 2009. №35. P. 401-403.
16. Al-Hadlaq S. M. S., AlJarbou F. A., AlThumairy R. I. Evaluation of cyclic flexural fatigue of m-wire nickel-titanium rotary instruments // *J Endod.* 2010. №36 (2). P. 305-307.
17. Cunha da Peixoto I. F., Pereira E. S. J., da Silva J. G. et al. Flexural fatigue and torsional resistance of ProFile GT and ProFile GT series X instruments // *J Endod.* 2010. №36. P. 741-744.
18. Iqbal M. K., Floratos S., Hsu Y. K., Karabucak B. An in vitro comparison of ProFile GT and GTX nickel-titanium rotary instruments in apical transportation and length control in mandibular molar // *J Endod.* 2010. №36. P. 302-304.
19. Schilder H. Cleaning and shaping the root canal // *Dent Clin North Am.* 1974. №18. P. 269-296.
20. Беляева Т. С., Ржанов Е. А. Конструктивные особенности вращаемых (ротационных) эндодонтических инструментов // *Эндодонтия.* 2010. №4 (3-4). С. 3-12.
21. Chow D. Y., Stover S. E., Bahcall J. K., Jaunberzins A., Toth J. M. An in vitro comparison of the rake angles between K3 and ProFile endodontic file systems // *Journal of Endodontics.* 2005. №31 (3). P. 180-182.
22. Sonntag D. Schneidengeometrie und Effizienz voll-rotierender Nickel-Titan-Feilen // *Endodontie.* 2003. №12. S. 229-241.

Реалии и перспективы применения плазмы в медицинских целях. Плазменная стоматология. Новые инновационные проекты. Прогнозы применения плазмотрона в эндодонтии

Эндодонтия – одна из сложнейших и динамично развивающихся областей современной стоматологии. Непосредственно от качества работы врача-эндодонтиста зависит сохранность зуба, успех дальнейших реставрационных работ. От врача требуются широкие знания о современных технологиях и методиках, конечно же – с возможностью и умением грамотного использования современного оснащения кабинета оборудованием, инструментарием, материалом, а еще – ювелирная техника, соблюдение строгой последовательности действий, терпение.

В зависимости от степени повреждения пульпы зуба (негерметичное пломбирование, травмы и пр.) происходит воспаление, возникновение силь-

ной боли и даже некроз пульпы. Смесь некротизированных тканей, бактерий, токсинов, находящихся внутри замкнутого пространства – кариозной полости, канала зуба, может быть удалена лишь при эндодонтическом лечении или удалении зуба. При отсутствии адекватного лечения продукты жизнедеятельности бактерий, остатки погибшей ткани, медиаторы воспаления, продукты распада пульпы, являясь сильнодействующими раздражителями, быстро проникают из корневого канала в окружающую костную ткань в области верхушки корня зуба, вызывая длительно текущее воспаление периодонта, резорбцию околокорневой кости. Продолжительный хронический бактериальный очаг острого воспаления (вследствие невозмож-