

УДК 675.025.6
МРНТИ 64.35.21

ЛАЗЕРНАЯ РЕЗКА КОЖИ

А.Т. ДАРХАНОВА¹, К.Т. АЙТУЛЕНОВА¹

(¹Академия дизайна и технологии «Сымбат», Университет Алматы, Алматы, Казахстан)
E-mail: ismer-astana@mail.ru

Лазерная технология обеспечивает преимущества при резке сложных геометрий, стабильное качество резки и возможность наилучшего использования кожного материала. Кожа - подходящий материал для лазерной резки. Лазерная резка позволит увеличить разнообразие продуктов, регулировать ее объемы, применение лазерной резки придает гибкость производству, т.е. позволяет быстро переходить от производства одного продукта к другому путем изменения геометрии без необходимости замены режущего инструмента. Для определения оптимальных параметров лазерной резки были проведены лазерные режущие испытания. Увеличение мощности лазера в два раза привело к удвоенной скорости резания без снижения качества резания.

Ключевые слова: лазерная технология, резка, кожа, ножи, сложная геометрия.

ТЕРІНІ ЛАЗЕРМЕН КЕСУ

А.Т. ДАРХАНОВА¹, К.Т. АЙТУЛЕНОВА¹

(¹«Сымбат» дизайн және технология академиясы, Алматы университеті, Алматы, Қазақстан)
E-mail: ismer-astana@mail.ru

Лазерлік технология күрделі геометрияны кесу кезінде артықшылықтарды, тұрақты кесу сапасын және былғары материалды ең жақсы пайдалану мүмкіндігін қамтамасыз етеді. Былғары-Лазерлік кесу үшін қолайлы материал. Лазерлік кесу өнімнің әртүрлілігін арттыруға, оның көлемін реттеуге мүмкіндік береді, лазерлік кесу қолдану өндірістің икемділігін береді, яғни, кесу құралын ауыстыру қажеттілігінсіз геометрияны өзгерту арқылы бір өнімді өндіруден екіншісіне жылдам өтуге мүмкіндік береді. Лазерлік кесудің оңтайлы параметрлерін анықтау үшін лазерлік кескіш сынақтар жүргізілді. Лазер қуатын екі есе арттыру кесу сапасын төмендетпей екі есе кесу жылдамдығына әкелді.

Негізгі сөздер: лазерлік технология, кесу, тері, пышақтар, күрделі геометрия.

LASER SKIN CUTTING

A.T. DARKHANOVA¹, K.T. AITULENOVA¹

(¹Academy of Design and Technology "Symbat", University of Almaty, Almaty, Kazakhstan)

E-mail: ismer-astana@mail.ru

Laser technology provides advantages in cutting complex geometries, stable cutting quality and the best possible use of leather material. Leather is a suitable material for laser cutting. Laser cutting allows to increase the variety of products, adjust its volume, the use of laser cutting gives flexibility to production, i.e. allows you to quickly move from one product to another by changing the geometry without the need to replace the cutting tool. Laser cutting tests were carried out to determine the optimal parameters of laser cutting. Increasing the laser power twice led to a double cutting speed without reducing the quality of cutting.

Keywords: laser technology, cutting, leather, knives, complex geometry.

Введение

Лазерная технология обеспечивает преимущества при резке сложных геометрий, стабильное качество резки и возможность наилучшего использования кожного материала. Постоянное качество важно в промышленных процессах, и лазерная технология удовлетворяет этому требованию: правильно выбранные параметры лазерной резки обеспечивают одинаковые разрезы. Кроме того, лазерная технология очень гибкая с точки зрения геометрии: сложные геометрии, индивидуальные конструкции, прототипы и мелкомасштабные изделия могут быть изготовлены лазерной резкой [1].

Лазерная резка позволит увеличить разнообразие продуктов, регулировать их объемы, применение лазерной резки придает гибкость производству, т.е. позволяет быстро переходить от производства одного продукта к другому путем изменения геометрии без необходимости замены режущего инструмента. Недостатками лазерной обработки являются высокие первоначальные инвестиционные затраты и некоторые эксплуатационные расходы из-за технического обслуживания и необходимого газоснабжения для лазера. Требуется более высокий уровень знаний оператора из-за более сложных механизмов в случае лазерной резки.

В этом исследовании рассматриваются преимущества и недостатки лазерной резки в различных областях применения и сравнение лазерной резки и механической резки кожи.

Кожа - это материал, который использовался на протяжении веков. Можно сказать, что все это время постоянно развиваются методы обработки кожи, инструменты. Таким

образом, из каменных ножей и костяных игл технология превращалась в промышленные машины для резки, окраски, прессования и разрезания, в основном с той же целью - для преобразования поверхности и формы кожи в желаемый продукт. Кожаная резка играет решающую роль в изменении формы.

В настоящее время существует четкая разница в технологии резки кожи. Промышленная обработка кожи служит для массового производства изделий из кожи, чтобы удовлетворить спрос на основные продукты, такие как одежда, обувь, сумки и т. д. Это требует от технологии быть экономически эффективной, быстрой, адаптивной и обеспечить максимально возможные результаты с минимальными расходами. Ручная резка с использованием ножниц и специальных ножей также используется в производстве кожи.

Это позволяет создавать отдельные уникальные предметы, значение которых не определяется функциональностью, а основано скорее на визуальных эффектах и конструктивных особенностях. Известно, что лазерная технология позволяет разрезать большое количество материала из металлов и неметаллические материалы. Энергия лазера может быть применена непосредственно к желаемым объектам с легким контролем ее мощности и интенсивности. Кожа - подходящий материал для лазерной резки. Это делает лазер привлекательным инструментом для резки кожи. Он обеспечивает высокое качество резки, легкое изменение геометрии резания и уменьшение продолжительности процесса производства, но, с другой стороны, требует высоких начальных инвестиций и специальных знаний о работе лазера. Кроме

того, он оказывает тепловое воздействие на кожу, что может быть проблемой в некоторых приложениях.

Объекты и методы исследований

Объектом и методами исследования являются процесс резки кожи различными способами и органолептическая визуальная оценка срезов кожи.

В этом исследовании исследуются наиболее полезные применения лазерной резки кожи, описаны ее преимущества и недостатки, а также обзор возможного использования лазера в качестве промышленного или ремесленного режущего инструмента.

В настоящее время в промышленной резке кожи применяются следующие системы:

- Отрезные прессы;
- Машины для резки лома, резки и гильотирования;
- Ручной направляющий головной пресс;
- Ручной фиксированный балочный пресс;
- Отступающий головной пресс;
- Кожаные системы резки;
- Столы для резки ножей с ЧПУ;
- Системы резания водяных струй.

Пресс для резки - один из самых традиционных методов резки кожи. В последнее время в средах для резки стали применять стрижки для струйной резки и режущие столы с ЧПУ [2, 3]. Это позволило применение систем автоматического зрения для контроля, распределения и оптимизации процедуры резания.

Машины для лазерной резки и гравировки CO₂ широко используются для резки или гравировки кожаных материалов, в основном в обуви, сумочек, тканей. Как правило, скорость резания может достигать 5-30 мм в секунду, скорость гравировки может достигать 600 мм в секунду. Экономия процесса лазерной резки в основном зависит от двух аспектов производительности: последовательность вложения и резания. Вложение - это процесс позиционирования деталей, подлежащих разрезанию на данный материал, с целью минимизации отходов. Вложение часто выполняется на основе опыта оператора, и это становится проблемой в случае больших объемов производства. Кроме того, это не гарантирует наиболее эффективное использование материала. В настоящее время используется программное обеспечение Nesting для

улучшения использования материалов и повышения гибкости. Последовательность резания обеспечивает оптимальную процедуру резания для минимального времени цикла. Целью последовательности резания является поиск кратчайшего пути для выполнения процедуры резания. Проблемы с гнездованием и резанием происходят из-за неправильной формы, контуров и качественных зон натуральной кожи. Такие проблемы особенно распространены в автомобильной промышленности, например, при резке больших кусков автомобильных сидений. Роль программного обеспечения для гнездования увеличивается, когда резка кожи применяется в промышленных масштабах [4].

Сообщается, что лазеры применяются для очистки поверхности кожи. Для этой цели были применены лазеры Nd: YAG с длиной волны 1064, 532 и 266 нм. Лазерное облучение применялось к историческим кожаным артефактам для удаления загрязняющих веществ и восстановления цвета натуральной кожи [5]. Одним из основных преимуществ лазерной резки является производство изделий стандартного качества. Лазерная резка также обеспечивает более короткое время производства с более высоким качеством. Благодаря возможности применять CAD / CAM и CIM-систему в дизайне, можно изготовить абсолютно идентичные конструкции [6].

Кроме того, при использовании технологии лазерной резки устраняются проблемы, связанные с традиционными технологиями, такими как изношенные дизайнерские маркеры и матрицы, пространство для хранения и уничтожение устаревших. Таким образом, система лазерной резки также дает позитивный вклад в окружающую среду с этой конкретной точки зрения [7].

Кожаное ремесло или кожаные ремесла - это практика изготовления кожи в ремесленных предметах или произведениях искусства, используя методы формирования, методы окраски или и то, и другое. Инструменты, используемые для резки кожи, включают ножницы, ножи и ножи для ножек. Эти инструменты применяются в зависимости от формы обрезанного предмета и материала из натуральной кожи. Ножницы можно использовать для относительно тонких кож, тогда как толстая кожа разрезается ножами. Направляющие ножей наиболее эффективны для прямых линий. Изогнутые линии и острые

края лучше всего достигают с помощью прямых ножей [8].

Испытания лазерной резки были проведены в Лаборатории лазерной обработки Технологического университета Лаппеенранта. Используемым источником лазера был CO₂-лак Trumpf TLF 2700 HQ, который генерирует максимальную номинальную мощность лазера 2700 Вт. Длина волны лазера составляла 10,6 мкм. Испытания на резку проводились с использованием таблицы XY. Для этих режущих тестов использовалось фокусное расстояние 127 мм (5 "). Режущим газом был сжатый воздух с давлением 3 бар [9, 10].

Лазерная резка кожи была выполнена в рамках исследовательского проекта LARES, где изучается сотрудничество между худож-

никами (Инни Пярэннен в данном конкретном случае), инженерами и исследователем. Лазерная резка была использована для облегчения создания произведений искусства.

Испытание лазерной резки проводилось на коже крупного рогатого скота толщиной 2 мм (для большей части кожи). Толщина желтой и красной кожи составляла 1,2 мм.

Результаты и их обсуждение

Для определения оптимальных параметров лазерной резки были проведены лазерные режущие испытания. Особое внимание было уделено скорости лазерной резки с целью достижения максимальной скорости резания. Была также исследована зависимость мощности лазера и скорости резания. Параметры лазерной резки отображены в табл. 1.

Таблица 1- Параметры лазерной резки

Мощность, Вт	Скорость, м/мин	Описание
200	30	Полный разрез
200	40	Полный разрез
200	50	Полный разрез
200	60	Нет реза
400	50	Полный разрез
400	75	Полный разрез
400	100	Полный разрез
400	125	Полный разрез
400	150	Нет реза

Лазерная резка кожи может быть выполнена с высокой скоростью резания с относительно низкими требованиями к мощности лазера. Зависимость мощности лазера от скорости резания можно охарактеризовать как линейное значение: увеличение мощности ла-

зера в два раза приводит к увеличению скорости резания в два раза.

Сравнение образцов лазерной резки и механической резки было выполнено на основе визуальной оценки режущих кромок (рис. 1).

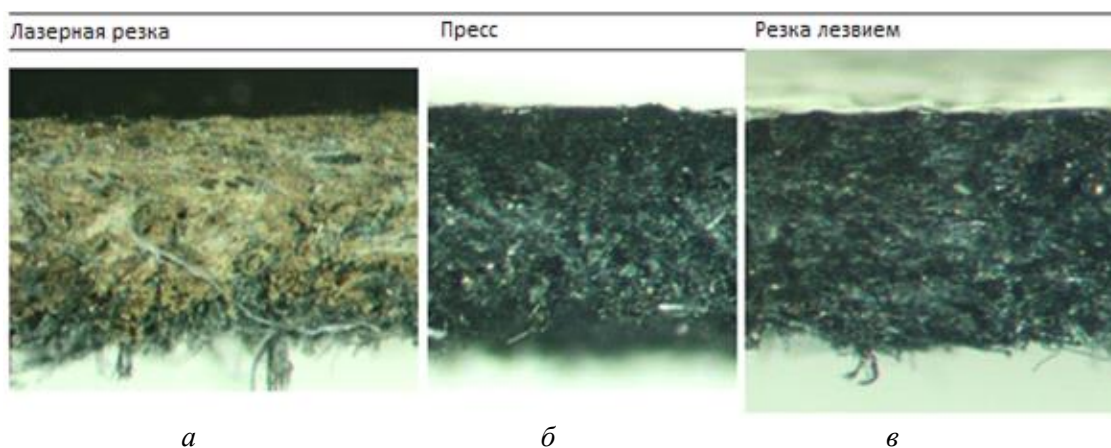


Рисунок 1 – Образцы режущих кромок
а – лазерная резка, б - пресс, в – резка лезвием

Лазерная резка кожи вызывает карбонизированную режущую кромку из-за теплового удара лазерного луча. Это не наблюдается в методах механической резки. Резка клинка обеспечивает лучший результат с точки зрения структуры кожи. Резка штампов (штамповка с острым краем) вызывает некоторое изменение структуры кожи, которое можно наблюдать в виде забивания верхнего слоя кожи.

Режущая кожа с ручным инструментом (ножом или ножом) занимает много времени, и она никогда не дает точного конечного результата из-за характера используемой техники. Ручные режущие инструменты подходят для уникального дизайна и изделий на заказ, где характер ручной работы также является

важной технической и визуальной функцией. Лазерная резка может легко заменить ремесло во множестве операций. Специальное изготовление прототипов может значительно улучшить использование лазера. Лазерная резка служила бы также инструментом для индивидуальных решений и декоративных, и сложных конструкций, которые было бы трудно достичь любым другим способом. Благодаря возможностям лазерной технологии пирсинг и нанесение рисунка на кожу могут быть выведены на совершенно новый уровень. Устойчивые характеристики лазера создадут конкурентный метод для промышленности.

Эффект лазерной резки на коже разных цветов оценивался визуально на основе изображений краев лазерной резки (рис.2).

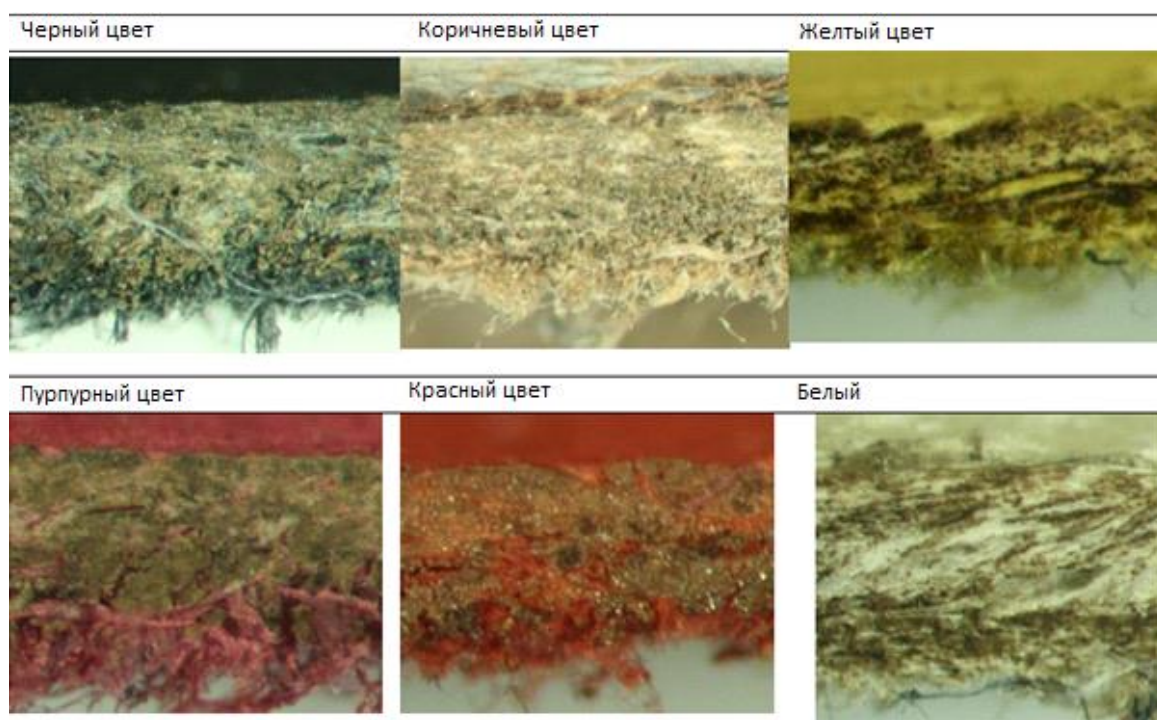


Рисунок 2 – Сравнение реза различных структур

Лазерная резка вызывает небольшую карбонизацию режущей кромки из-за теплового воздействия. Этот эффект более заметен в случае светлой кожи, такой как белый или желтый, и его необходимо учитывать при рассмотрении лазерной резки.

Лазерная режущая кромка темной и особенно коричневой кожи может считаться наиболее подходящей для лазерной резки, тогда как светлые кожи могут иметь легко заметную режущую кромку лазера. Толщина материала также варьировалась, небольшая

регулировка параметров лазерной резки, необходимых для получения полной резки.

Для деталей, где требуется изменение размера или дизайна, лазер является идеальным инструментом. Для резки кожи он имеет некоторые преимущества по сравнению с другими методами. Отрезки лазера на коже почти невидимы, и техника дает законченный контакт с материалом. Техника является точной и не вызывает растягивания материала. Могут быть некоторые дополнительные работы, вызванные следами карбонизации, ко-

торые могут быть вымыты влажной тканью из кожи. Кроме того, кожа должна быть подвергнута вентилированию после резки, чтобы устранить запах горения.

Заключение, выводы

Лазерная резка кожи проводилась с использованием CO₂-лазера длиной волны 10,6 мкм. Зависимость скорости и мощности лазерной резки является линейной. Увеличение мощности лазера в два раза привело к удвоенной скорости резания без снижения качества резания.

Качество лазерной резки было изучено на основе микрофотографий. Сравнение лазерной резки и механически вырезанных краев кожи показало, что лазерная резка вызывает карбонизацию режущей кромки, которая была самой отличительной разницей между методами резания. Термический эффект лазерного луча на срезанной кромке зависит от цвета кожи. Лазерная режущая кромка темной и особенно коричневой кожи может считаться наиболее подходящей для лазерной резки, тогда как светлые кожи могут иметь легко заметную режущую кромку лазера.

Можно сказать, что лазерная резка наиболее подходит для резки сложных геометрий, поскольку она обеспечивает высокую гибкость, легкую настройку и вложенность, быструю смену геометрий и высокую адаптационную способность к различным свойствам материала (например, толщины). Эти свойства делают лазер привлекательным инструментом для дизайнеров. Но высокая гибкость, простота настройки и вложенности вместе с высокими скоростями резания и постоянным качеством резки дают потенциал и для промышленного применения. Легкая применимость программного обеспечения для вложенности и резания вместе с лазерной технологией - еще один аспект, который подразумевает потенциал в промышленных приложениях. Однако в этом случае ограничителем может быть карбонизированный разрез. Удаление карбонизированных меток и запаха дыма после лазерной резки требует специальных приспособлений, что не очень подходит для крупносерийного производства.

Можно сделать вывод, что произведения искусства, дизайн и прототипы являются областями, где преимущества лазерной тех-

нологии могут быть полностью использованы, тогда как недостатки можно избежать с помощью относительно простых мер. Промышленное производство может также выигрывать от лазерной технологии, но реализация процесса лазерной резки сложнее. Следует также учитывать экономическую выгоду, которая, вероятно, является одним из наиболее важных аспектов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Alves C., Bras P., Carvalho J. V., Pinto T. New constructive algorithms for leather nesting in the automotive industry // *Computers & Operations Research* 39. -2012.- P. 1487–1505.
2. Anon. CO₂ Laser marker in Leather Industry, available [Electronic resource]: <http://www.glorylaser.com/solutionshow.asp?id=12>, referred: 20.04.2015.
3. Anon. Cutting Leather, Global cutting technologies Ltd, available [Electronic resource]: <http://www.gct-online.co.uk/cutting-applications/cutting-leather.asp>, referred: 20.04.2015.
4. Aranda Penaranda J. D., Ramos Alcazar, J.A., Tomas Balibrea, L.M., Munoz Lozano, J.L., Torres Sanchez, R. Inspection and measurement of leather system based on artificial vision techniques applied to the automation and waterjet cut direct application // *Physics Procedia* 78. – 1995, 157-162.
5. Batishche S., Kouzmouk A., Tatur H., Gorovets T., Pilipenka U., Ukhau V., Kautek W. // *International Conference on Systems, Man, and Cybernetics*, Volume: 1, Simultaneous UV-IR Nd:YAG Laser Cleaning of Leather Artifacts, *Lasers in the Conservation of Artworks*, Springer proceedings in physics 116, 2007, 221-227.
6. Elamvazuthi I., Kamaruddin S., Azmi M. S. Automation of Nesting and Cutting Processes of Leather Furniture Production: A Case Study, *International Journal of Mechanical & Mechatronics Engineering IJMME* 9, No: 10, 2009, 25-28.
7. Ondogan Z., Pamuk O., Ondogan E. N., Ozguney A. Improving the appearance of all textile products from clothing to home textile using laser technology. - *Optics & Laser Technology* 37, 2005, 631–637.
8. Groneman C. *Leather Tooling and Carving*, Dover Publications, New York, 1974. USA, 47 c.
9. Simileanu M., Radvan R., Puscas N., Overview on laser cleaning of leather objects, *U.P.B. Sci. Bull., Series A*, Vol. 71, 2009. Iss. 2, 358 c.
10. Umar Sherif S., Jawahar N., Balamurali M., 2014. Sequential optimization approach for nesting and cutting sequence in laser cutting, *Journal of Manufacturing Systems* 33, 624–638.