

**А.Н. Юрин, В.К. Клыбик***РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»,  
г. Минск, Республика Беларусь*

## **АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ И ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДЛЯ УТИЛИЗАЦИИ ОБРЕЗАННЫХ ВЕТОК В САДАХ**

В данной статье приведен анализ технологий и технических средств для утилизации обрезанных веток в садах интенсивного типа.

**Ключевые слова:** сады интенсивного типа, измельчитель веток, дисковые и барабанные рабочие органы, измельчительные молотки, противорежущие платины, срезанные ветки, щепа.

**A.N. Yurin, V. K. Klybik***RUE "SPC NAS of Belarus for the mechanization of agriculture",  
Minsk, Republic of Belarus*

## **ANALYSIS OF TECHNOLOGIES AND TECHNICAL MEANS FOR DISPOSAL OF CUTTED BRANCHES IN GARDENS**

This article provides an analysis of technologies and technical means for the disposal of trimmed branches in intensive type gardens

**Keywords:** intensive-type gardens, branch shredder, disk and drum working bodies, grinding hammers, anti-platinum, cut branches, wood chips.

### **Введение**

В настоящее время в Беларуси в сельскохозяйственных организациях и КФХ возделывается 34,3 тыс. га садов [1].

Важным агротехническим приемом ухода за плодовыми насаждениями является обрезка деревьев. Она влияет на урожайность возделываемых насаждений, качество плодов и периодичность плодоношения. Отличительной чертой данной операции является то, что после её осуществления в междурядьях сада остаются отходы обрезки – срезанные ветки. В зависимости от конструкции насаждения и его возраста объем срезаемых ветвей достигает 3–28 т/га [2].

Такое количество отходов требует проведения технологических операций по их утилизации. Поэтому проблема утилизации и рационального использования отчуждаемой плодовой древесины является актуальной.

### **Технологии утилизации срезанных веток**

В настоящее время существуют различные технологии утилизации обрезанных веток в саду (рис. 1).

Первый способ уборки заключается в собирании сучьев рабочими вручную с погрузкой в транспортное средство,двигающееся непосредственно по междурядью, и вывозу сучьев за пределы сада с последующим их сжиганием. Этот способ очень трудоемкий и малопродуктивный. Кроме того, при погрузке и разгрузке возможно травмирование людей.

Более производительным является технология механизированной уборки веток без их измельчения. При этом формируется валок обрезанных веток посередине междурядий, после чего осуществляется свалакивание ветвей из междурядий волокушей или граблями (типа В-2,5М и СВ-1 рис. 2, рис. 3) и сбор ветвей в кучу за пределами сада с последующим сжиганием.

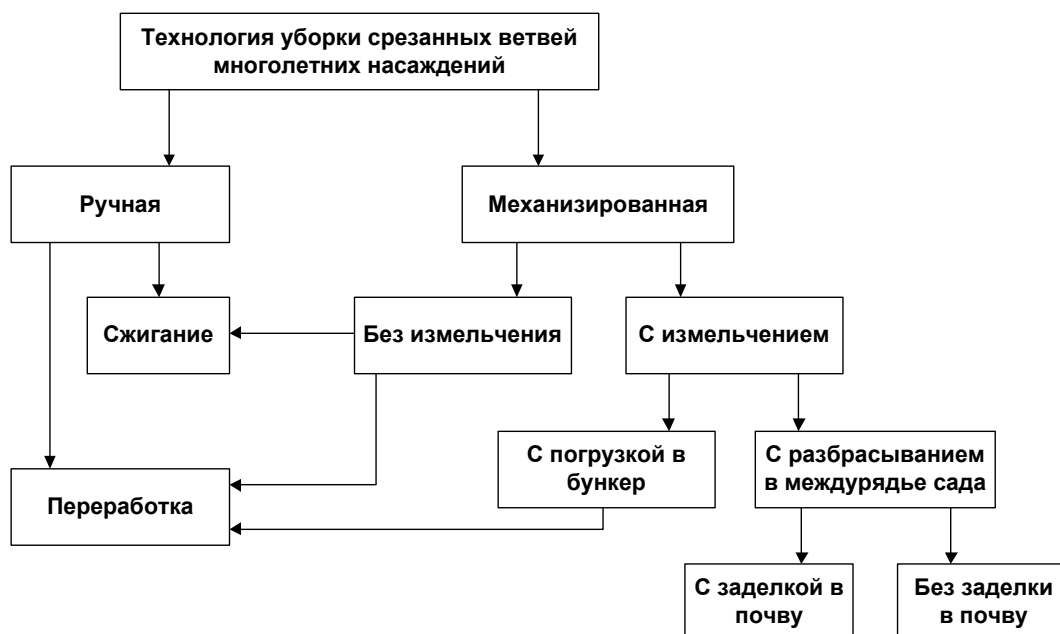


Рис. 1 – Классификация технологий уборки срезанных ветвей многолетних насаждений

Эта технология обладает рядом недостатков. При сволокивании сучьев из междурядий они накапливаются в рабочем объеме волокуши, выходят за ее пределы и, цепляясь за деревья, срывают плодовые почки и ломают ветви, что приводит к ежегодным потерям урожая, достигающим 56-140 кг/га [3].

Недостатком также является нерациональное использование плодовой древесины – сжигание, которое приводит к загрязнению окружающей среды.

С каждой тонны сожженных веток в воздух выделяется 2–3 кг оксида углерода, 0,2 кг диоксида серы и других вредных веществ. Это оказывает токсичное действие на природную экосистему и здоровье человека. При этом, кроме загрязнения окружающей среды, происходит выжигание почвы. Из сельскохозяйственного оборота изымается до 2 % плодородной почвы [2].



Рис. 2 – Волокуша садовая (В-2,5М)



Рис. 3 – Машина для сбора срезанных ветвей СВ-1

Существуют технологии механизированной уборки веток с измельчением. Измельченная щепка может быть загружена в транспортное средство для транспортировки на перерабатывающее предприятие (когда целью технологии является получение технологической щепы) или оставлена в саду.

Для технологии утилизации веток с переработкой используются стационарные, позиционные и передвижные измельчители.

Стационарные измельчители работают следующим образом:

- собранные сучья вручную подаются в приемную камеру измельчителя;
- масса поступает к рабочему органу:

- после чего щепа отправляется на дальнейшую переработку.

Наиболее распространенным рабочим органом таких машин являются дисковые или барабанные измельчители.

Подобная техника предназначена для измельчения низкокачественной древесины на технологическую щепу для целлюлозно-бумажной промышленности [4–5]. Основным узлом таких машин является рубящий механизм, состоящий из ротора; диска, который установлен под углом к горизонтальной плоскости или вертикально; кожуха и загрузочного патрона.

Производство освоено на АО «Михневский РМЗ» (РФ) (рис. 4) [4].



Рис. 4 – Стационарный измельчитель веток АО «Михневский РМЗ»



Рис. 5 – Позиционный измельчитель веток АО «Михневский РМЗ»

Фирма Agral (Украина), производит широкий спектр измельчителей ветвей с производительностью от 2 до 12 м<sup>3</sup>/ч и приводом от бензинового двигателя, электродвигателя (рис. 6) или ВОМ трактора [5].

Диаметр измельчаемых ветвей от 80 до 160 мм.



Рис. 6 – Стационарный измельчитель ветвей фирмы Agral модели AM 120Ш

### Позиционные измельчители

Позиционные измельчители работают в агрегате с трактором и приводятся от вала отбора мощности. При работе таких машин агрегат переезжает к месту работы, где в измельчитель, вручную, подается древесина. После окончания работы трактор переезжает на новую площадку и цикл работы повторяется.

Такие машины по своей конструкции идентичны стационарным измельчителям: оборудованы дисковыми или барабанными рабочими органами (рис. 5).

### Передвижные измельчители

Передвижные машины нашли наибольшее распространение. Их применение позволяет повысить производительность труда и снизить затраты труда при проведении технологической операции измельчения веток. По способу агрегатирования такие машины могут быть прицепные, полуприцепные и самоходные.

Фирма Morbark (Канада) производит передвижные измельчители веток с приводом от мотор-редуктора [6].

Отличительной особенностью измельчителей данной компании является наличие в линейке техники измельчителей на гусеничном ходу с приводом измельчителя от собственного двигателя внутреннего сгорания мощностью до 145 л.с. (рис. 7).



Рис. 7 – Передвижной измельчитель Morbark Beever M12R Track

Технология переработки утилизируемой щепы накладывает ограничение, связанное с дальнейшей работой, так как промышленное производство должно вестись круглый год, тогда как место насаждения плодовых деревьев должно быть освобождено от отходов обрезки в течение 2-4 месяцев [3]. Поэтому для равномерной круглогодичной загрузки перерабатывающего предприятия собранная масса ветвей должна складироваться. Однако хранение древесной массы в виде технологической щепы осложняется её склонностью к самовозгоранию.

Более рациональной с этой точки зрения является технология измельчения сучьев непосредственно при движении по междурядью сада с заделкой щепы в почву.

Современные машины для реализации указанной технологии принято разделять на работающие над поверхностью почвы и работающие в заглублённом состоянии.

Так донецкой опытной станцией садоводства предложена схема машины (SU №1338808 (рисунок 8) [3] измельчающей растительный материал с поверхностью почвы без предварительного подбора. Машина работает следующим образом. При движении ротор 2 своими ножами 3 подхватывает материал. Подхваченный ножами 3 материал измельчается нижними ножами 9. Почти весь подхваченный материал посредством воздушного потока поступает в пространство между ротором 2 и кожухом 4.

Выброшенный из отверстия 5 растительный материал при взаимодействии с гребенкой, образованной серповидными зубьями 7. Мелкие частицы проходят между пластинами гребенки и осыпаются на почву за машиной, крупные частицы соскальзывают с гребенки на скатную доску 10 и далее в зону действия ножей 13 и дополнительного противорежущего ножа 9 на доизмельчение.

За рубежом машины для этих целей, отличающиеся по своим конструктивным особенностям, выпускаются различными фирмами. Примером подобного вида измельчителей может служить машины для мульчирования SM 285 и Xumus, выпускаемые в ФРГ [3]. Помимо основного назначения успешно применяются и для измельчения срезанных сучьев.



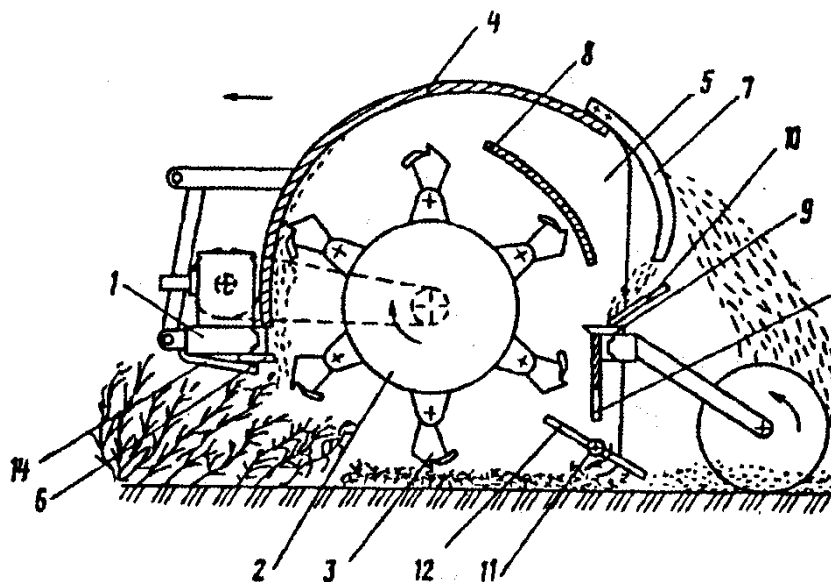


Рис. 8 – схема измельчителя веток а/с №1338808

1 – рама; 2 – ротор; 3 – ножи; 4 – кожух; 5 – отверстие; 6 – противорежущий нож; 7 – гребенки; 8 – перегородка; 9 – дополнительный противорежущий нож; 10 – скатная доска; 11 – вал подборщика; 12 – гибкие вальцы подборщика; 13 – вырезы в кожухе; 14 – редуктор

Измельчающий аппарат машины Willibald SM 285 имеет ударные ножи, установленные радиально на горизонтально вращающемся полом валу.

У машины Хитус измельчающий аппарат состоит из трех дисков вращающихся вокруг вертикальных осей, на каждом диске шарнирно закреплены четыре ножа специальной формы, заточенных по внешней кромке. Измельчающие аппараты указанных машин должны находиться на высоте 6–8 см от поверхности почвы.

В Италии фирмой Нобиле выпускается измельчитель Futura. Машина имеет несколько модификаций, отличающихся друг от друга шириной захвата, потребной мощностью на привод и производительностью труда. Рабочий орган измельчителя представляет собой горизонтальный вал с шарнирно закрепленными ножами [3].

Во ВНИИ садоводства им. Мичурина разработаны и проведены лабораторно-полевые исследования макетных образцов машин с двумя типами измельчающих рабочих органов [3].

Основными узлами машин (рис. 9 и рис. 10) являются рама с прицепным устройством 1, механизм привода 2, дисковый измельчающий барабан с противорежущими пластинами 3, молотковый измельчающий барабан 4.

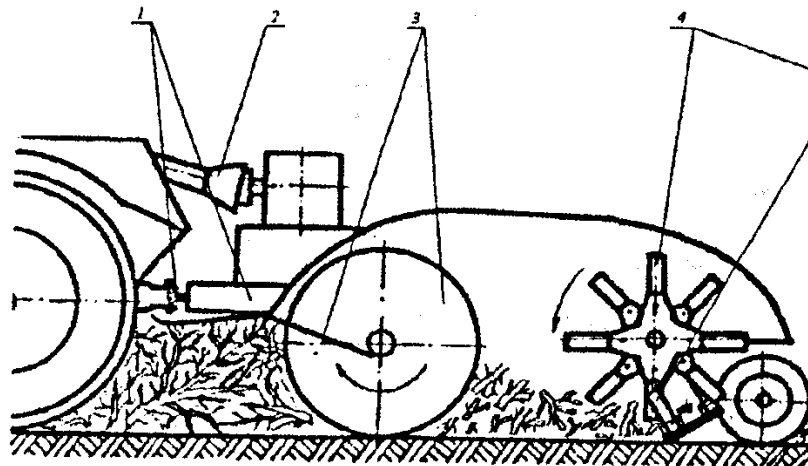


Рис. 9 – Схема машины с дисковым рабочим органом

1 – рама; 2 – механизм привода от ВОМ; 3 – дисковый измельчающий барабан; 4 – молотковый барабан

Технологический процесс подбора и измельчения обрезков осуществляется следующим образом. При движении дисковый барабан измельчителя разрезает массу сучьев и подает её на

ножевой измельчающий барабан, где масса измельчается и попадает на поверхность почвы между рядами сада.

Отличительной особенностью конструкции с ножевым барабаном (рис. 10) является то, что обрезки сучьев подхватываются ножами измельчающего барабана и измельчаются на предварительные фракции, после чего битер, с помощью ребристой поверхности подает массу к молотковому барабану.

Полнота подбора обрезков сучьев измельчителем с дисковым барабаном находится в пределах 73 %, измельчителем с ножевым барабаном – 95 %.

Для реализации технологии утилизации обрезанных веток в междурядье сада с измельчением и заделкой растительных остатков при СССР были разработаны и освоены в производстве машины для расчистки закустаренных земель.

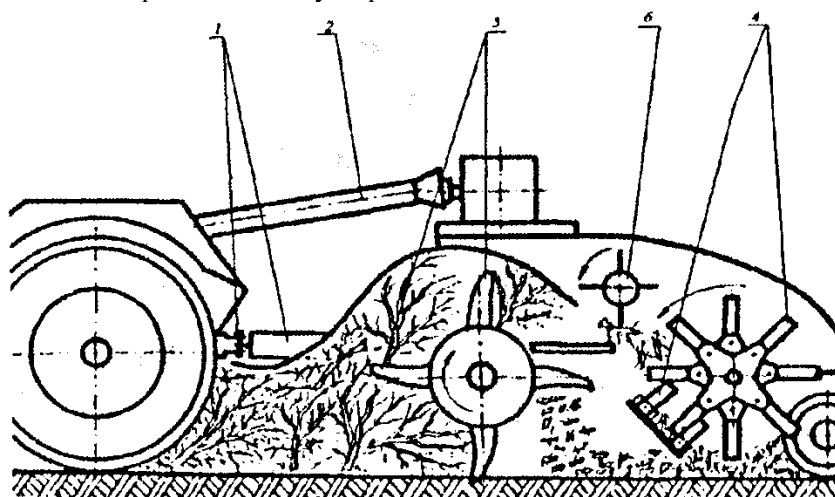


Рис. 10 – Схема машины с барабанным рабочим органом  
1 – рама; 2 – механизм привода ВОМ; 3 – ножевой барабан; 4 – молотковый барабан; 5 – молотковый барабан; 6 – битер

При фрезеровании почвы засоренной кустарником получили распространение цилиндрические фрезы с горизонтальной осью вращения.

Наиболее часто для этих целей применяются машины МТП-42А, ФКН-1,7, «Дредноут», Samson фирмы Weremczuck [7]. Принцип действия машины заключается в следующем: фреза, вращаясь с большой окружной скоростью, заглубляется в почву на заданную глубину обработки. При движении агрегата основная масса древесины измельчается путем фрезерования верхнего слоя почвы. Обработанный слой почвы прикатывается катком. Такие машины агрегируются с гусеничными тракторами класса 3 и более.

Фрезерные машины измельчают кустарник на щепу длиной 20–70 мм. При этом до 35 % измельченной щепы имеет длину 20 см и более.

Корчеватель корневой системы кустарников Samson фирмы Weremczuck изготавливается шириной захвата 0,48 м, 0,6 м и 0,85 м для агрегатирования с тракторами мощностью 60, 80 и 100 л.с. соответственно (рис. 11). Рабочая глубина обработки регулируется в диапазоне 16–20 см.

При этом для расчистки почвы от многолетних насаждений такие машины используются в комплексе с машинами для срезания кустов Berta (рис. 12), которые осуществляют срезание кустов [7].



Рис. 11 – Корчеватель корневой системы многолетних насаждений Samson фирмы Weremczuck



Рис. 12 – Машина для срезания кустов Berta фирмы Weremczuck

Положительным аспектом применения данной технологии является использование обрезанной биомассы для повышения плодородия почвы в садах.

Исследования И.А. Гинтова, К.Н. Преображенского [3] показали, что при освоении закустаренных земель методом прямой заделки кустарника разложение его происходит в течение 2–4 лет, а перегнившие древесные остатки повышают плодородие и улучшают её структуру, обогащая гумусом, способствующим активной деятельности микрофлоры. Однако, во время разложения запаханные древесные остатки снижают урожайность сельскохозяйственных культур. Это объясняется содержанием в древесине смол и танидов. Поэтому, попытки применения технологии в садах на сильнорослых подвоях привели к снижению урожайности плодовых деревьев, в результате чего от нее отказались.

Другая картина наблюдается в садах на слаборослых подвоях, там, где корневая система деревьев практически полностью находится в радиусе 1 м от штамба [3]. Свободная часть междурядья, предназначенная для передвижения садовой техники, остается чистой от корней, благодаря чему угнетающий эффект разложения не влияет на плодоношение насаждений [3].

Другой положительной стороной применения данной технологии является возможность совмещения операции утилизации срезанных ветвей с осенней обработкой почвы [4].

Положительные отзывы по применению данной технологии при освоении закустаренных земель представлены в работах А.М. Лопатина, А.С. Мирохина в которых обоснована и доказана её экономическая и экологическая эффективность [3].

Недостатком данной технологии является высокая энергоёмкость работы, связанная с фрезерованием верхнего слоя почвы и заделкой в неё измельченных остатков веток.

Технология измельчения сучьев непосредственно при движении по междурядью сада без заделки щепы в почву, применяется для получения мульчирующего эффекта от щепы.

Наиболее перспективными представляются машины производства Perfect (Голландия), Celli (Италия), Tehnos (Италия), Mega Metal (Хорватия) представлены на рис. 13.



Технологический процесс работы происходит следующим образом:

трактор, с навешенным на заднюю навеску измельчителем, заезжает в междурядье сада и переводит машину в рабочее положение. При этом для осуществления наиболее полного измельчения веток измельчитель посредством гидросистемы смещается относительно продольной оси трактора вправо (влево) на расстояние до 0,4 м.

При движении по междурядью ветки у приствольной полосы правого ряда попадают в приемное окно измельчителя и измельчаются посредством шарнирно закрепленных молотков, установленных на горизонтально вращающемся барабане.



а)



б)



в)



г)

Рис. 13 – Измельчители-мульчировщики

а – Technos MU 170 фирмы Tehnos (Италия); б – Dragon фирмы Weremczuk (РП); в – KG 180 фирмы Perfect (Голландия); г – UM 180 фирмы Mega Metal (Хорватия)

Для обеспечения полного измельчения веток, на измельчителе установлены противорежущие ножи, которые препятствуют выходу из измельчителя веток до их полного измельчения.

После прохода по ряду, трактор разворачивается и осуществляет повторный проход для измельчения древесных отходов в приствольной полосе деревьев левого (правого) ряда.

Мульчирование почвы в междурядьях сада щепой срезанных веток способствует улучшению агрофизических свойств почвы:

- снижает ее объемную массу в слое 10 см на 10–13 %;
- увеличивает на 10 % водопроницаемость почвы (под мульчей складывается более благоприятный тепловой режим, где температура почвы увеличивается на 2,7–3 °С);
- снижает испарение влаги из почвы и увеличивает количество продуктивной влаги на 30–33 мм.



Мульчирование почвы в междурядьях обеспечивает повышение урожайности культур на 15,7–35,9 % [1], средней массы плода на 9,2–17,3 %; сокращению затрат труда до 142 чел. -час на га; получению экологически чистой продукции и снижению энергоемкости получения 1 кг плодов до 1,09–1,23 МДж; снижению потерь влаги в почве на испарение; исключению применения гербицидов.

Кроме того, отчужденная древесина вовлекается в круговорот веществ, исключаются негативные последствия для экологии.

Таким образом, очевидно, что использование технологии измельчения обрезанных веток непосредственно в междурядье сада является наиболее предпочтительной для агропроизводственных условиях республики Беларусь.

### **Вывод**

Наиболее рациональной является технология и технические средства для измельчения обрезанных веток непосредственно в междурядье сада с мульчированием почвы измельченной щепой.

### **Список использованных источников**

1. Сельское хозяйство Республики Беларусь. Статистический сборник./ Национальный статистический комитет Республики Беларусь, – Минск, 2019. – 235 с.
2. Рекомендации по утилизации и использованию отработанной биомассы садов и ягодников в Республике Беларусь: науч. – практ. изд. / РУП «Институт плодоводства; сост.: В.А. Самусь [и др.]. – Самохваловичи, 2011. – 24 с.
3. Ланцев, Ю.В. Совершенствование технологии утилизации отходов обрезки в слаброслых садах с обоснованием параметров измельчителя: Автореф. дис. ... канд. техн. Наук: 05.20.01. – Мичуринск, 2004. - 23 с.
4. Акционерное общество «Михневский ремонтно-механический завод» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.mrmz.ru/> – Дата доступа: 29.07.2020.
5. Измельчитель веток Арпал [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://arpal.ua> – Дата доступа: 29.07.2020.
6. Brush chippers [Electronic resource]: Mode of access: <https://www.morbark.com/products/brush-chippers/> – Date of access: 17.07.2020.
7. Currant, aronia and raspberry roots shredder – Samson [Electronic resource]: Mode of access: <http://weremczukagro.com/en/products/root-shredder/?from=1316> – Date of access: 17.07.2020.
8. Berta bush cutter Samson [Electronic resource]: Mode of access: <http://weremczukagro.com/en/products/bush-cutter/?from=1306> – Date of access: 17.07.2020.
9. Flail mowers and shredders – Dragone [Electronic resource]: Mode of access: <http://weremczukagro.com/en/products/mower-flail-shredder-dragone-2//> – Date of access: 17.07.2020.
10. Косилка-измельчитель MU Profi (Tehnos) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.selagro.com/technics/id338> – Дата доступа: 29.07.2020.
11. Heavy duty flail pruning choppers - Series KG en KK [Electronic resource]: Mode of access: <https://vanwamel.nl/en/products/orchards-vineyards/pruning-choppers/134-kg-kk-heavy-duty-models> – Date of access: 17.07.2020.
12. Flail toppler UML 150 – UML 170 – UML 190 [Electronic resource]: Mode of access: <http://www.megametal.hr/en/products/flail-topper/> – Date of access: 17.07.2020.