

# Вторичные энергетические ресурсы

**Сухоцкий Альберт Борисович**

**Синтетическое жидкое топливо**  
**Механическая переработка топлива**  
(получение щепы)

# СИНТЕТИЧЕСКОЕ ЖИДКОЕ ТОПЛИВО

- сложная смесь углеводородов, получаемая из сырья не нефтяного происхождения.

Принципиальное различие в химическом составе биомассы и нефти заключается в разном соотношении водород/углерод, которое составляет около 0,5-0,7 для биомассы и порядка 1,2 для нефти.

Следовательно, для превращения биомассы или сланцев в синтетическое жидкое топливо (СЖТ) необходимо удалить из них золу, превратить твердое органическое вещество в жидкое, обогатить его водородом и удалить из него кислород, азот и серу в виде  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NH}_3$  и  $\text{H}_2\text{S}$ .

Можно выделить три направления получения СЖТ:

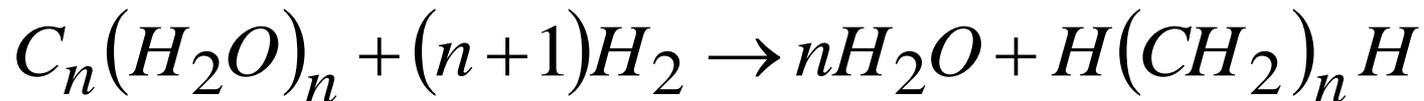
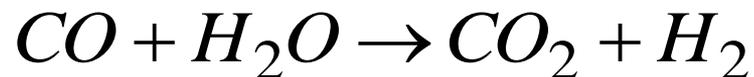
- пиролиз (выход 6-30%);
- ожижение биомассы;
- газификация и преобразование генераторного газа в СЖТ.

# Ожижение биомассы

**Гидрогенизация с применением  $CO$  и пара.**

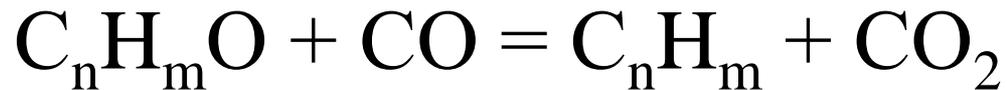
Нагревание биомассы производится в атмосфере  $CO$  и водяного пара при температуре  $400\text{ }^\circ\text{C}$  и давлении  $5\text{ МПа}$ . Из продуктов реакции извлекается газ и синтетическая нефть.

Соответствующие реакции идут в присутствии катализатора (щелочных металлы, кобальт, никель и др.):



# Обработке органическими растворителями при повышенных температурах и давлении

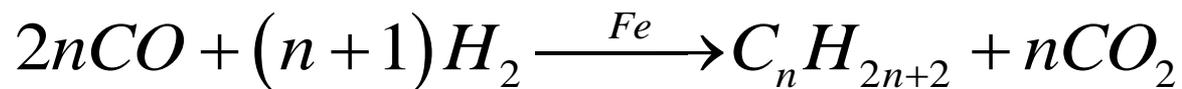
1. древесину ожижают в среде монооксида углерода и водного раствора щелочи при высоком давлении,



2. жидкие продукты подвергают облагораживанию с применением промышленных катализаторов гидроочистки нефтяного сырья.

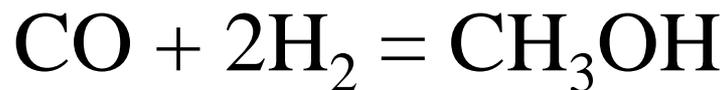
# Преобразование генераторного газа в СЖТ.

В 1920-х гг. Ф. Фишер и Г. Тропш впервые установили, что из смеси CO и H<sub>2</sub> на металлических катализаторах (железо и кобальт) под давлением образуются углеводороды. На кобальтовом катализаторе реакция протекает с выделением воды, а на железном - диоксида углерода.



# Получение метилового спирта

Метилловый спирт (метанол) – ядовитая жидкость, получаемая в процессе каталитической реакции между  $\text{H}_2$  и  $\text{CO}$  при температуре  $330\text{ }^\circ\text{C}$  и давлении  $15\text{ МПа}$  в присутствии смеси  $\text{ZnO}$  (оксид цинка) и  $\text{CuO}$  (оксид меди): :



Теплота сгорания метанола  $23\text{ МДж/кг}$

## Гидрогенизация.

Измельченную, разложившуюся или переваренную биомассу, например навоз, нагревают в атмосфере водорода до температуры около  $600\text{ }^{\circ}\text{C}$  при давлении около  $5\text{ МПа}$  в присутствии никеля.

Получаемые при этом горючие газы, преимущественно метан  $\text{CH}_4$  и этан  $\text{C}_2\text{H}_6$ , при сжигании дают около  $6\text{ МДж}$  на  $1\text{ кг}$  сухого сырья.

Переработка исходного топлива производится с целью получения другого, более эффективного топлива, удобного для автоматизированного сжигания с более высокими энергетическими показателями.

Имеются следующие способы подготовки биотоплива к сжиганию:

- без переработки;
- неглубокая переработка – сушка, дробление, прессование, экстракция;
- глубокая (термохимической или биохимической) переработка – пиролиз, анаэробное брожение, ферментация.

| Источники топлива   | Способы переработки                    | КПД,<br>% |
|---|--|-----------|
| Лесаработки, отходы переработки древесины (древесная масса) | Без переработки<br>Пиролиз             | 70<br>85  |
| Отходы с/х культур (солома, ботва и др.)                    | Без переработки<br>Анаэробное брожение | 70<br>80  |
| Отходы животноводства (навоз, помет)                        | Анаэробное брожение                    | 50        |
| Бытовые и производственные отходы (мусор)                   | Без переработки<br>Анаэробное брожение | 50<br>50  |

# Неглубокая переработка топлива

При смешивании топлива с воздухом важно достичь хорошего контакта между кислородом воздуха и горючими компонентами древесины. Чем лучше контакт, тем быстрее и более полно происходит сгорание.

После простого измельчения сырья могут быть получены следующие виды топлив:

- Дрова – куски дерева размером от 0,1 до 1 м.
- Топливная щепа – щепа размером до 5-100 мм.
- Топливные брикеты – изделия цилиндрической формы (диаметром 30-100 мм, длиной до 300 мм), спрессованные методом экструзии из предварительно высушенного и измельченного сырья.

- Топливные гранулы (пеллеты) – изделия цилиндрической формы (диаметром 5-12 мм, длиной до 10-50 мм), спрессованные методом экструзии из предварительно высушенного и измельченного сырья.



| Древесный материал                    | Влажность, % | Теплота сгорания, МДж/кг |        | Объемная плотность [кг (вл.осн)/м <sup>3</sup> ] | Плотность энергии [кВт-ч/м <sup>3</sup> ] |
|---------------------------------------|--------------|--------------------------|--------|--|---|
|                                       |              | Высшая                   | Низшая |  |   |
| Гранулы древесины                     | 10,0         | 19,8                     | 16,6   | 600  | 2756                                      |
| щепа (твердая древесина, подсушенная) | 30,0         | 19,8                     | 15,6   | 320  | 1094                                      |
| щепа (твердая древесина)              | 50,0         | 19,8                     | 7,9    | 450  | 1009                                      |
| щепа (мягкая древесина, подсушенная)  | 30,0         | 19,8                     | 15,6   | 250  | 855                                       |
| щепа (мягкая древесина)               | 50,0         | 19,8                     | 7,9    | 350  | 785                                       |

| Древесный материал    | Влажность, % | Теплота сгорания, МДж/кг |        | Объемная плотность [кг (вл.осн)/м <sup>3</sup> ] | Плотность энергии [кВт·ч/м <sup>3</sup> ] |
|-----------------------|--------------|--------------------------|--------|--|---|
|                       |              | Высшая                   | Низшая |  |   |
| Кора                  | 50,0         | 20,2                     | 8,3    | 320  | 727                                       |
| Опилки                | 50,0         | 19,8                     | 7,9    | 240  | 538                                       |
| Солома озимой пшеницы | 15           | 18,7                     | 14,4   | 120  | 482                                       |
| Трава                 | 18           | 18,4                     | 13,7   | 200  | 750                                       |

Весьма сложным является вопрос определения оптимальных размеров частиц, до которого надо измельчать топливо перед его сжиганием.

Это обусловлено тем, что система технология переработки топлива весьма дорогостоящая и экономически целесообразна только для мощных котельных

# Древесная щепа

получается после переработки древесины рубительными машинами.



Щепа обладает рядом недостатков:

- высокая исходная влажность (до 60%),
- малая насыпная плотность (коэффициент полнодревесности 0,36-0,45),
- быстрое загнивание, самовозгорание.

Достоинства – простота и дешевизна получения.

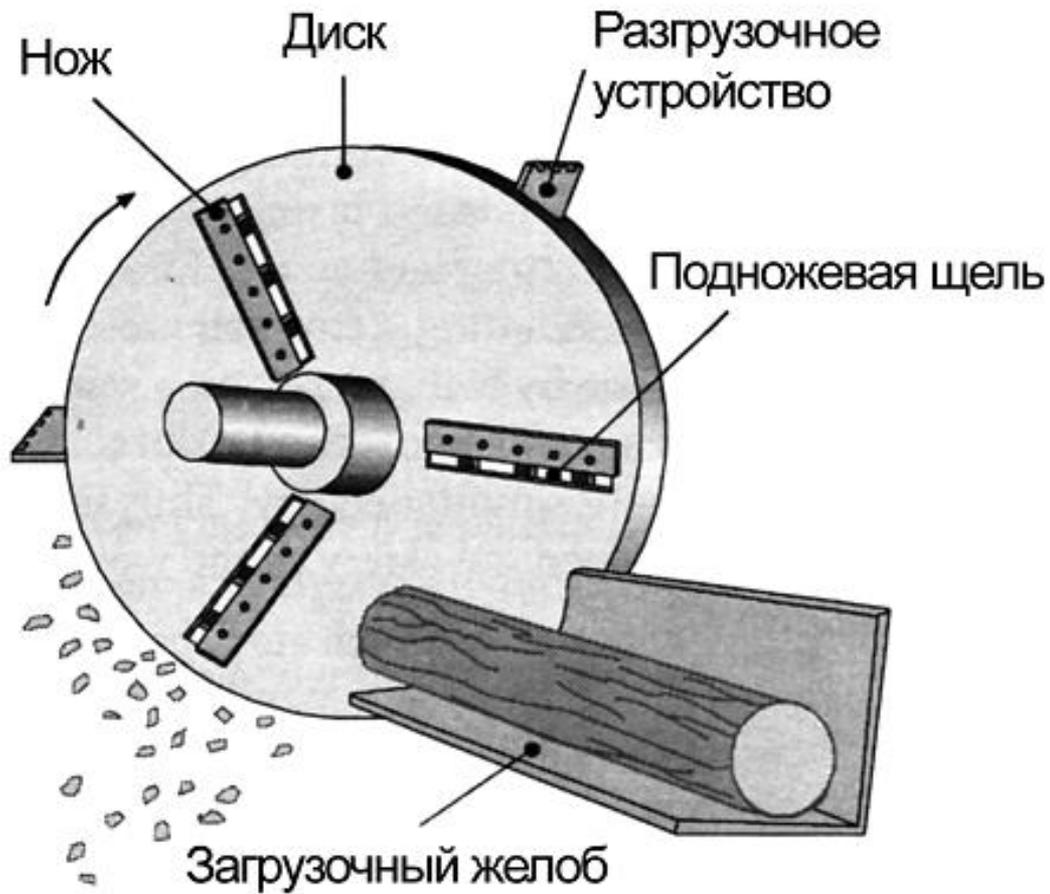
Опилки и щепа могут иметь различные характеристики, в зависимости от способа их образования.

- отходы деревоперерабатывающих производств – сухое топливо с большой теплотой сгорания (0-12%),
- отходы лесопилок – влажное топливо (30-40%),
- отходы при сносе деревянных домов или вырубке деревьев в городе – влажное и химически загрязненное топливо.

По принципу действия рубительные машины подразделяются на

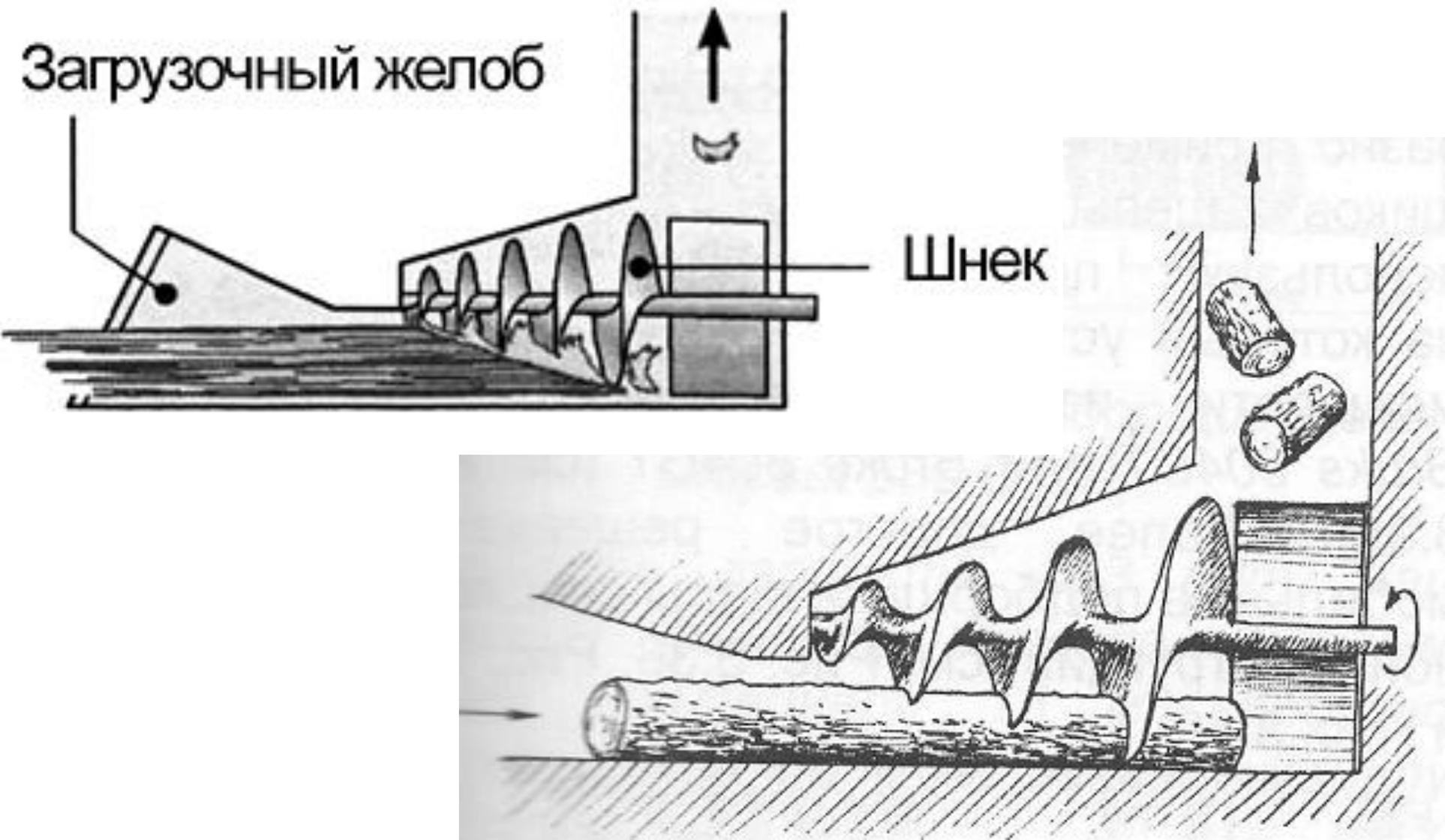
- дисковые,
- шнековые,
- барабанные.

# Дисковая рубительная машина



# Шнековый измельчитель

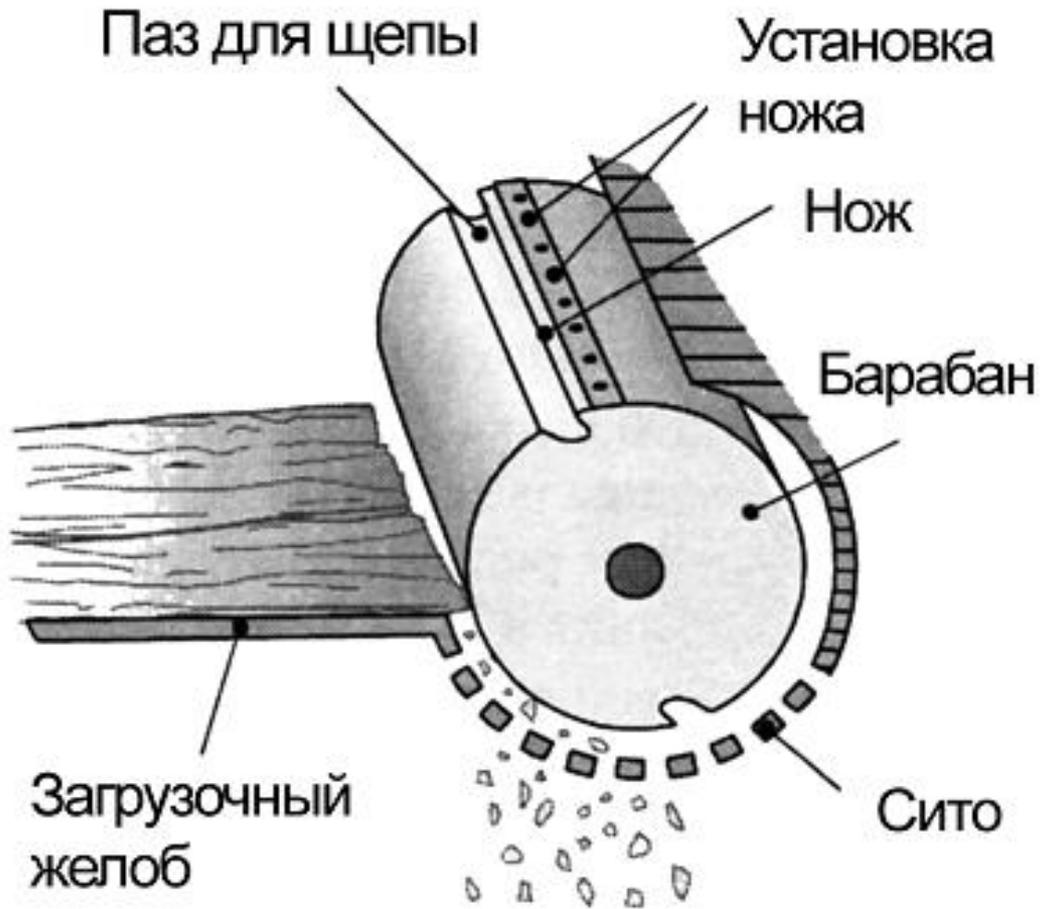
Выброс щепы



Дисковые и шнековые машины наиболее пригодны для переработки однородного сырьевого материала – такого, как целые деревья и очищенные от сучьев длинномерные сортименты.

В шнековых рубительных машинах функцию устройства подачи выполняет шнековый нож. Однако производимая им щепка неоднородна по размеру и грубее, чем у дисковых и барабанных измельчителей.

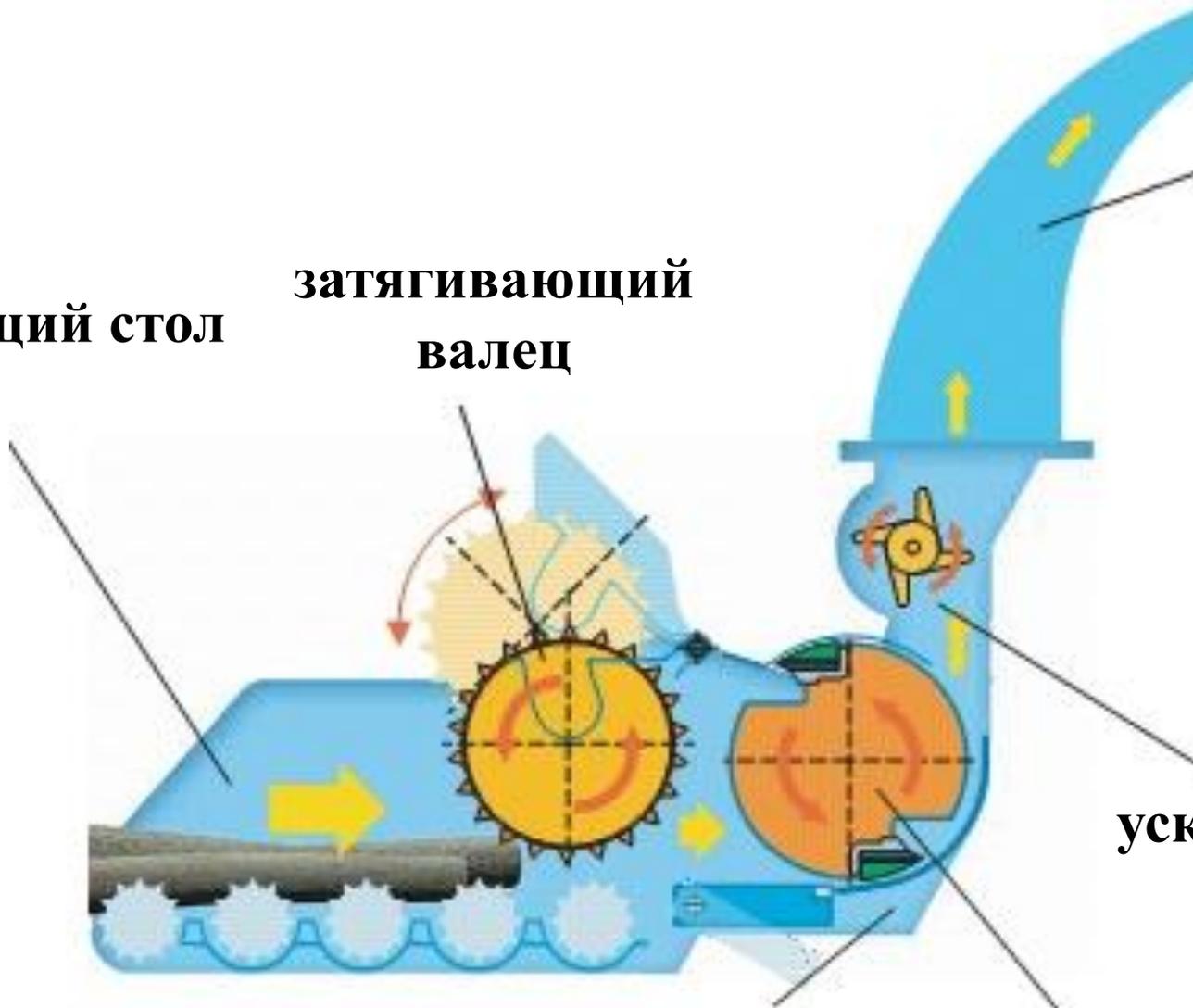
# Барabanная рубительная машина



**подающий стол**

**затягивающий  
валец**

**труба  
выдачи  
щепы**



**ускоритель**

**рубительный  
барабан**



Барабанные рубительные машины не так чувствительны к неоднородности состава сырья, поэтому они также могут применяться для переработки лесосечных отходов.

Однако у барабанных рубительных машин расход энергии на 50-70% выше, чем у дисковых машин.

Производительность рубительных машин малой мощности, установленных на автомобиле, составляет от 5 до 20 насыпных м<sup>3</sup> древесины/рабочий час.

Производительность наиболее крупных рубительных машин может достигать 150 насыпных м<sup>3</sup> древесины/час.

