

resilience, but also hinders the revelation of the interaction mechanisms between livelihood components and the role of each element in livelihood evolution.

3. Further improving research on LR in different types of ecologically fragile areas.

Ecological fragile areas are the most typical and intense areas of ecological environment destruction, as well as the areas with the most concentrated livelihood poverty problems. The fragile ecosystem and weak economic system lead to residents in these ecological fragile areas hovering on the margin of returning to penury and being susceptible to pressure and disturbances. Therefore, improving the level of residents' livelihood has turned into a major practical issue facing sustainable development in ecological fragile areas.

4. Establishing an evaluation framework for LR from the perspective of actors, combining multiple disciplines.

Establishing a framework for evaluating the LR should focus on the following aspects:

- Research should focus on the stance of actors, grasp the picture of the overall environment of the livelihood system of residents, and explore the social processes of researchers when facing disturbances and pressures.

- Vertically grasping the dynamic changes in LR, facing impacts and pressures, comprehensively analyzing the spatial interactions and time series relationships between different activity segments. And identifying and describing livelihood trajectories through individual spatiotemporal experiences, dynamically predicting the evolution rules of LR, and grasping the dynamics and complexity.

- Using interdisciplinary, comprehensive, and nonlinear methods to construct a LR evaluation framework with multidimensional perspectives and dynamic characteristics.

Research enlightenment. The typicality and particularity of the coupling between karst mountain environment and farmers' livelihood.

The Karst Mountainous Areas is identified as the most economically impoverished and most ecologically vulnerable areas in China. It has concentrated nearly 50% of the country's impoverished people, and is one of the areas with the highest concentration of impoverished people in China. Residents rely heavily on environmental resources for their livelihood.

Conclusion.

- Establishment of LR for rural residents in KMAs should be coordinated with ecological protection.

- Improving LR of rural residents in KMAs by developing agroforestry and diversifying non-agricultural income.

- A 'bottom-up' approach to construct a framework for analysing the LR of rural residents in KMAs

ЗАТРАТЫ ЭНЕРГИИ ПРИ ОСВОЕНИИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ САПРОПЕЛЯ

Б.В. Курзо, О.М. Гайдукевич, И.И. Кирвель, А.И. Сорокин
Институт природопользования НАН Беларуси, г. Минск,
Республика Беларусь, *ol.gaidukevich@gmail.com*

Сапропель — осадки пресноводных водоемов, образованные из отмерших растительных организмов, минеральных веществ биохимического происхождения и привнесенных минеральных компонентов, имеющие зольность не более 85% [1]. Сапропель обогащен органическим веществом, кальцием, фосфором, серой, микроэлементами, биологически активными веществами и поэтому широко применяется в земледелии,

животноводстве как добавка в корм животным, промышленности строительных материалов, мелиоративном строительстве, бальнеологии и бурении скважин.

Учитывая практическое применение сапропеля, в Республике Беларусь проведен большой объем геологоразведочных работ по определению его запасов. Они прогнозно составляют около 4 млрд. м³, из которых 2,9 млрд. м³ залегают в озерах (в том числе 2,1 млрд. м³ разведано) и 1,1 млрд. м³ – под торфяной залежью.

Разнообразные условия залегания сапропеля в озерах и под слоем торфа, физические характеристики сапропелевой залежи, которым свойственно сильные пространственные изменения, обусловили применение для добычи сапропеля разнообразных технических решений. Наибольшее распространение получили гидромеханизированный и грейферный способы добычи озерного сапропеля, а также экскаваторный для добычи залегающего под торфом сапропелевого сырья. Их сравнение для обоснования практического применения весьма актуально.

Цель работы: анализ способов добычи сапропеля с энергетических позиций.

Методы и объекты исследования. Примененный энергетический подход используется для анализа различных отраслей сельскохозяйственного производства [1–3] и адаптирован нами для сравнения технологий добычи сапропеля, определения эффективности технологических процессов, поиска перспективных и экологически безопасных технологий, обеспечивающих максимальное использование естественной и антропогенной энергии.

В энергетической оценке при добыче сапропеля учитываются прямые и косвенные затраты энергии (в МДж) по всем технологическим операциям. Прямые энергозатраты вычисляли как сумму произведений затрат топлива (кг), труда человека (чел-ч), электроэнергии (кВт ч) с соответствующими энергетическими эквивалентами. Косвенные энергозатраты определяли как энергоемкость технологического оборудования за все время работы через энергетический эквивалент, массу машин и их загрузку в течение года. Определяли также затраты: совокупные и удельные, т.е. затрачиваемые на добычу 1 т (в МДж и МДж/т).

Для анализа затрат энергии выбраны конкретные объекты по добыче сапропеля на оз. Вечер проектной мощностью 54 тыс. т/год гидромеханизированным способом, на оз. Мено (20 тыс. т/год) грейферным способом и на участке Закружка (17,8 тыс. т/год) экскаваторным способом залегающего под торфом сапропеля. Из проектной документации объектов по добыче заимствованы затраты труда производственного персонала, топлива и электроэнергии на выполнение технологических операций. На основании этих данных сделаны расчеты прямых и косвенных затрат энергии.

Результаты и обсуждение. Анализ затрат показывает, что наиболее энергоемкая технология добычи сапропеля грейферным способом. Для добычи 1 т сапропеля этим способом расходуется около 270 МДж/т совокупной энергии. Самые энергоемкие технологические операции – экскавация и транспорт сапропеля к месту удаления избытка влаги: у гидромеханизированной технологии 190 МДж/т совокупной энергии, для грейферного способа – 200 МДж/т, для добычи из-под слоя торфа – 119 МДж/т. На выполнение этих операций затрачивается около 50–70% совокупной энергии.

Экскавация донных отложений требует больших затрат прямой энергии. Особенно велики эти затраты у гидромеханизированного способа, так как работа добывающего и извлекающего органа земснаряда сопровождается значительной переработкой и разбавлением водой экскавируемого сапропеля.

Косвенные затраты на экскавацию и извлечение сапропеля сопоставимы у грейферного и экскаваторного из-под торфа способов добычи, так как они используют одни и те же механизмы. Однако необходимость устанавливать добывающее оборудование на специальный понтон увеличивает на 10% косвенные затраты грейферного способа добычи.

Расчеты показывают, что самый энергоемкий транспорт у грейферного способа добычи – 128 МДж/т, так как здесь технологическая операция разделяется на водную и наземную части с перегрузкой между ними. При транспорте сапропеля необходимо по возможности исключить операцию перегрузки, это обеспечит снижение затрат топлива на 15%, труда обслуживающего персонала на 10% и совокупных затрат на 15–17%. Транспорт сапропеля всегда сопровождается большими затратами энергии из-за значительного количества транспортируемой воды, поэтому необходимо извлекать сапропель с естественной влажностью залегания.

Операции полевой сушки наименее энергоемкие в общей структуре энергозатрат. Они составляют около 50 МДж/т совокупных затрат при применении в этих операциях сельхозмашин и около 30 МДж/т при использовании машин фрезерного способа добычи торфа. При примерно одинаковой величине прямых затрат на сушку, косвенные больше у грейферного и экскаваторного способов (33 и 38 МДж/т соответственно), использующих малопроизводительную сельскохозяйственную технику, не приспособленную для специфических задач сушки сапропеля. Для гидромеханизированного способа, где используется машины фрезерного способа добычи торфа, косвенные затраты составляют 10 МДж/т.

Уборка и штабелирование готовой продукции совмещаются в одну операцию у грейферного и экскаваторного способов и разделяются у гидромеханизированного. Уровень косвенных энергозатрат (порядка 10 МДж/т) примерно одинаков у всех рассматриваемых технологий. Энергозатраты здесь при одинаковых прямых увеличиваются у гидромеханизированного за счет косвенных.

Таким образом, показана ценность сапропеля для человека, количество его запасов на территории Беларуси, описаны известные способы его добычи, сделана попытка применения энергетического анализа для оценки эффективности этих способов. Полученные результаты показывают, что наиболее энергозатратная технология добычи сапропеля на проанализированных объектах – грейферная, где расходуется более 280 МДж совокупной энергии на тонну добытого сырья. Выявлены энергоемкие операции, на которые приходится около 60% всех энергетических затрат – экскавация и транспорт сапропелевой массы. У грейферного способа добычи около 15% энергозатрат идет на перегрузку с водного транспорта в наземный. Устранение этого вида затрат позволит сделать грейферный способ энергетически сопоставимым с разработкой сапропеля из-под торфа с помощью экскаватора. Существенной – до 15–20% экономии энергии при добыче сапропеля залегающего под торфом можно достигнуть путем исключения откачки воды на эксплуатируемых площадях. Добыча сапропеля на участках торфяников, которые остались после выработки торфа, производится в условиях существующей инфраструктуры – осушительной и дорожной сетей. Тогда вложения энергии на обустройство месторождения значительно снижаются, совокупные энергозатраты в расчете на единицу готовой продукции примерно в 1,5 раза ниже, чем при организации работ по другим технологиям.

Данный энергетический анализ может быть использован для характеристики известных и новых технологий добычи сапропеля.

Литература

1. Мастеров, А.С. Методика энергетического анализа при применении пестицидов и удобрений: методические указания / А.С. Мастеров, В.П. Дуктов, Т.И. Валькевич. – Горки: БГСА, 2006. – 48 с.
2. Методика энергетического мониторинга сельскохозяйственных объектов, выявление резервов и потенциала экономии топливно-энергетических ресурсов (ТЭР). – Москва: ФГНУ «Росинформагротех», 2001. – 100 с.
3. Ловкис, В.Б. Методика расчета и минимизации энергоемкости продукции растениеводства / В.Б. Ловкис // Агропанорама. – 2007. – № 4. – С. 10–15.