

К ВОПРОСУ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МОБИЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ НА АЛЬТЕРНАТИВНОМ ТОПЛИВЕ

Логовский К. С., Вахмянин Р. В.

научный руководитель канд. техн. наук Евсеев П. П.

Сибирский Федеральный Университет

В настоящее время стоимость электроэнергии централизованных сетей является не обосновано высокой, при этом тенденции ее снижения не просматриваются. Для многочисленных небольших фермерских хозяйств, отрядов геологоразведчиков, дачных кооперативов и личных дачных участков, владельцев коттеджей и др. высокая стоимость электроэнергии и разовые вложения на подключение централизованных сетей является весьма затратной статьёй расходов, а то и вовсе «не подъемными» средствами. При этом существующая тенденция территориального расширения таких форм деятельности и собственности в Красноярском крае обостряет вопрос использования альтернативных источников энергии.

Предлагаемые промышленностью электростанции, работающие на жидком топливе, преобразующие ветровую, солнечную, водную энергии по ряду причин (удаленность от водоемов, низкая ветровая и солнечная нагрузка в регионе, высокая стоимость, затраты на топливо, не мобильность установок и т.д.) не находят массового применения. Проектируемая мобильная электростанция будет работать на генераторном газе, полученном из древесных отходов и побочных продуктов сельхозпроизводства (солома), которые имеются в изобилии на осваиваемых территориях.

История газогенераторных установок началась с русского изобретателя-самоучки близь Охты (под Санкт-Петербургом) в начале девятнадцатого века, который создал на базе «термоламп» Соболевского изобрел установку сухой перегонки древесины. Отличительной чертой данной установки было то, что в ней впервые удалось использовать все продукты пиролиза: твёрдые (древесный уголь), жидкие (дёготь, смолу и уксусную кислоту) и газообразные (светильный газ). В последующие годы началось бурное развитие и модернизации газогенераторных установок. Так как велось освоение новых земель, было не достаточно жидкого вида топлива, все агрегаты переводили на генераторный газ. Очень широко использовались газогенераторы в военные годы.

Совокупность процессов, протекающих в ходе газификации твёрдых горючих ископаемых — пиролиз, неполное горение, полное окисление — называют конверсией: $C + O_2 \rightarrow CO_2 + 408,9 \text{ кДж/моль}$; $C + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow CO + 123,2 \text{ кДж/моль}$; $C + CO_2 \rightarrow 2CO - 161,5 \text{ кДж/моль}$; $C + H_2O \rightarrow CO + H_2 - 136,9 \text{ кДж/моль}$; $CO + H_2O \rightarrow CO_2 + H_2 + 42,8 \text{ кДж/моль}$, кроме того, образуются продукты пиролиза.

Существуют 3 способа газификации: прямой процесс, обращенный процесс и поперечный процесс газификации.

Газогенераторы прямого процесса газификации: в таких газогенераторах подача воздуха осуществляется снизу (обычно через колосниковую решетку), а газ отбирается сверху. Непосредственно над решеткой расположена зона горения, или кислородная зона, в которой происходят окислительные процессы. За счет выделяемого при этом тепла температура в зоне достигает 1300-1700 градусов. Над кислородной зоной находится зона восстановления. Так как восстановительные реакции протекают с поглощением тепла, то температура в зоне восстановления понижается до 700-900 градусов. Выше активной зоны располагается зона сухой перегонки и зона подсушки

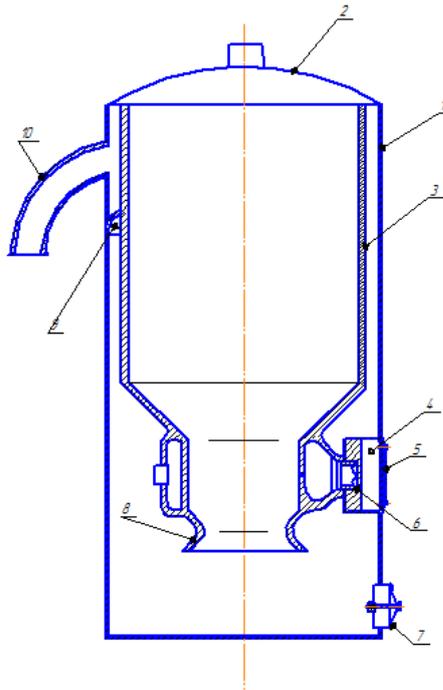
топлива. Эти зоны обогреваются теплом, излучаемым топливом активной зоны, а также физическим теплом, проходящим через них газом, если газоотборный патрубок расположен в верхней части газогенератора.

Газогенератор обращенного процесса газификации: для работы на битуминозных топливах (древесные чурки, торф, бурый уголь), при газификации которых образуются смолы, применяются только газогенераторы обращенного процесса. В таком газогенераторе водяной пар и продукты сухой перегонки (шпельгаз) смешиваются с основным газогенераторным газом, только проходя активный слой топлива в камере газификации. При этом смолистые вещества частично сгорают, частично подвергаются крекинг-процессу, а влага топлива, контактируя с раскаленным до высокой температуры углем (или коксом) в восстановительной зоне, образует водяной газ (CO_2 и H_2). В этом типе газогенераторов воздух подается в среднюю по его высоте часть, в которой и происходит процесс горения; образующиеся при этом газы отсасываются книзу. Таким образом, активная зона занимает часть газогенератора от места подвода воздуха до колосниковой решетки, ниже которой расположен зольник с газоотборным патрубком. Зона сухой перегонки и зона подсушки располагаются, как и в первом случае, выше активной зоны, но влага топлива и летучие вещества не могут выйти из газогенератора, минуя активную зону. Проходя через зону с высокой температурой, продукты сухой перегонки подвергаются разложению, в результате чего количество смол в выходящем из генератора газе, как правило, незначительно.

Газогенераторы поперечного процесса газификации: такими газогенераторами являются однофурменные газогенераторы с высокой скоростью поступления воздуха (дугтя), подаваемого поперек направлению движения топлива. Отличительной особенностью газогенератора поперечного процесса является локализация очага горения в небольшом объеме и ведение процесса газификации при высокой температуре. В газогенераторе поперечного процесса газификации воздух подводится через фурму, расположенную сбоку в нижней части газогенератора. Газоотборная решетка расположена с противоположной стороны – со стороны газоотборного патрубка. Активная зона сосредоточена на небольшом пространстве между концом фурмы и газоотборной решеткой. Над ней располагаются зона сухой перегонки и выше – зона подсушки топлива. Этот газогенератор, так же как и газогенератор прямого процесса, непригоден для газификации топлив с большим содержанием летучих веществ, так как он не может обеспечить образования бессмольного газа.

Исходя из того что, в нашей местности распространено твердое топливо (дрова, уголь, торф) то, для проектируемой электростанции выбираем газогенераторную установку с обращенным процессом газификации. К тому же данная установка имеет более упрощенное и компактное устройство по сравнению с остальными, что позволит сделать её более удобной и дешевой.

Двигатель внутреннего сгорания на проектируемой электростанции предлагается использовать ВАЗ – 2106. В ходе вычислений получили, что теоретическая мощность двигателя на номинальном режиме, работающего на генераторном газе, будет равной 21,3 кВт при $n=5400$ об/мин, при этом расход газа составит $80,37 \text{ м}^3/\text{час}$. Проведя анализ существующих на данный момент газогенераторных установок с таким выходом генераторного газа, выбран прототип газогенератора - НАТИ-Г19, но с некоторыми упрощениями конструкции в проектном варианте. В данном газогенераторе предполагается выполнять камеру газификации сварной, а не литой, что делает производство установки менее затратным. Общий вид проектируемого газогенератора представлен на рисунке 1.



1 - цилиндрический корпус; 2 – загрузочный люк; 3 – внутренний бункер; 4 – клапанная коробка; 5 – обратный клапан; 6 – футорка; 7 – зольный люк; 8 – камера газификации; 9 – отражатель; 10 – патрубок.

Рисунок 1 – проектируемый газогенератор.

Практически частоту вращения коленчатого вала двигателя планируется автоматически поддерживать 3000 об/мин, так как этот скоростной режим соответствует максимальному крутящему моменту двигателя, при этом обеспечивается потребная мощность электрогенератора. На рисунке 2 представлена скоростная характеристика двигателя ВАЗ-2106, работающего на бензине.

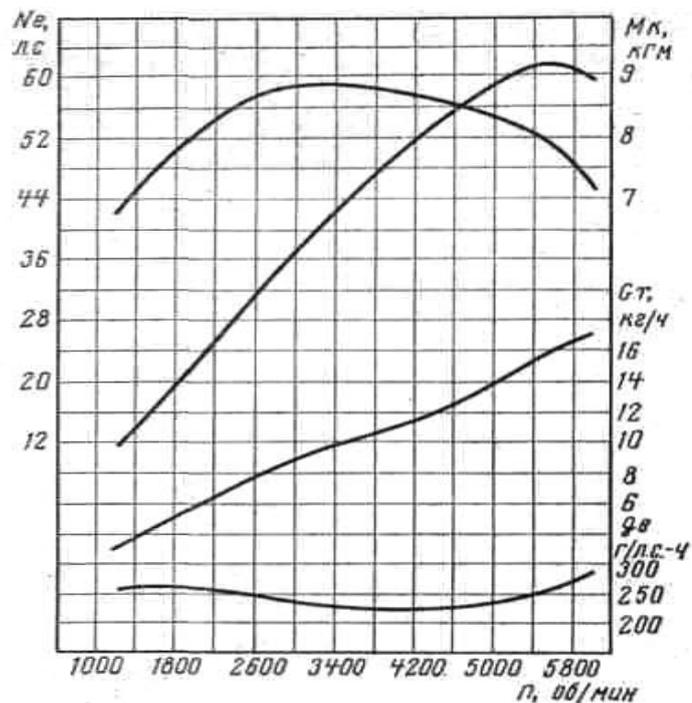
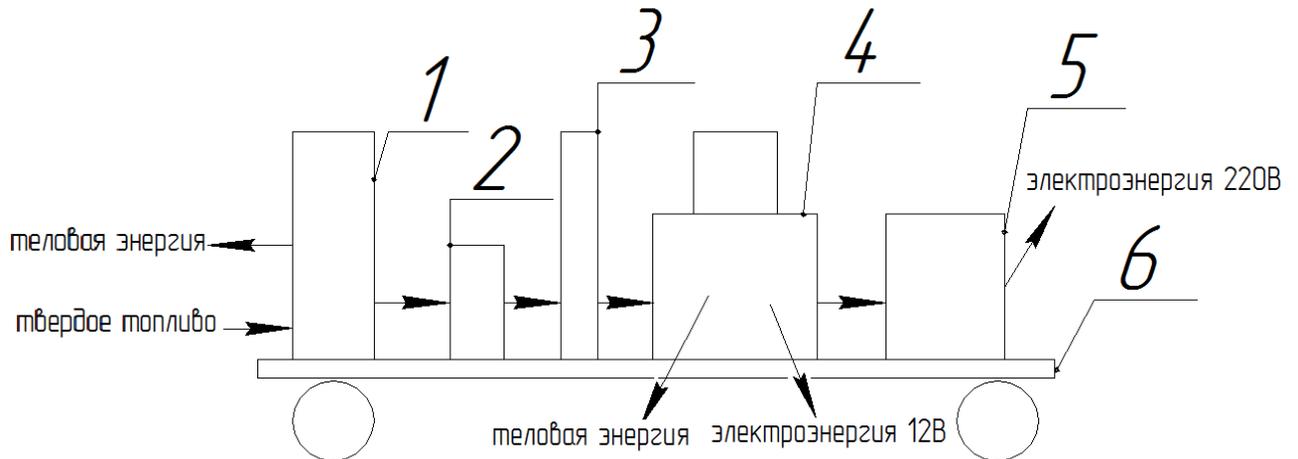


Рисунок 2 - Скоростная характеристика двигателя внутреннего сгорания ВАЗ-2106.

В настоящее время активно ведется работа по проектированию других элементов и узлов электростанции (генератор, система очистки генераторного газа, система автоматического управления частотой вращения коленчатого вала ДВС). В результате работы будет изготовлен опытный образец мобильной электростанции, массогабаритные размеры которой составляют не более 2000x1500x1200 мм; масса не более 350 кг. Такие массогабаритные размеры проектируемой станции позволят транспортировать ее на дальние расстояния, используя стандартный прицеп для легкового автомобиля.

Структурная схема проектируемой электростанции представлена на рисунке 3.



1 - газогенератор; 2 – очиститель-охладитель; 3 – ресивер; 4 – ДВС; 5 – генератор; 6 – шасси

Рисунок 3 – Структурная схема проектируемой электростанции.

В целом основным преимуществом проектируемой электростанции является то, что топливо для силовой установки получается из отходов древесины, которых в избытке на территориях нашего региона, что резко снижает себестоимость получаемой электроэнергии. Также к преимуществам следует отнести следующее: возможность отопления помещений; мобильность установки; использование отечественных комплектующих; сравнительно не высокая стоимость; простота эксплуатации (не требуется проведение технического обслуживания в специализированных центрах и соответственно высококвалифицированного персонала); возможность использования генераторного газа в виде топлива для автотранспортных средств.