

ОТЗЫВ

официального оппонента, доктора технических наук, профессора Сосниной Елены Николаевны на диссертационную работу Жидкова Алексея Александровича на тему: «Развитие принципов применения распределенной малой генерации на свалочном газе», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.4.3. Электроэнергетика.

1. Актуальность темы

Диссертационная работа А.А. Жидкова посвящена актуальной проблеме ввода новых генерирующих мощностей на основе возобновляемых источников энергии: газопоршневых установок (ГПУ), работающих на свалочном газе. Использование систем дегазации полигонов твердых коммунальных отходов (ТКО) с дальнейшей утилизацией свалочного газа является одним из перспективных способов сокращения негативного влияния ТКО на экологию.

Использованию электростанций, функционирующих на свалочном газе, препятствуют ряд факторов: усложнение управляемости и наблюдаемости сети; возможный выход некоторых технических показателей за пределы допустимых значений (токовая перегрузка, рост токов короткого замыкания, динамическая устойчивость генерирующего оборудования); необходимость существенного изменения и перестройки систем релейной защиты (РЗ), автоматики, систем управления; влияние качества газа на режим работы ГПУ и др..

В диссертационной работе исследуются особенности реализации генерации на свалочном газе илагаются решения основных проблем по реализации таких объектов. Диссертация направлена на изменение мнения специалистов о негативном влиянии на распределительную электрическую сеть объектов генерации, функционирующих на свалочном газе.

Актуальность представленной работы определяется отсутствием глубоких проработок по данной теме как в нашей стране, так и за рубежом, а также высоким интересом к свалочной генерации в связи с проводимыми реформами в области обращения с отходами.

Структура и объем диссертации.

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы из 113 наименований и двух приложений. Общий объем работы 210 стр., в том числе 109 рисунков, 55 таблиц.

Во введении обоснована актуальность, научная новизна и практическая значимость работы, сформулированы цель и задачи исследования.

В первой главе дан обзор современного состояния распределенной генерации, приведен сравнительный анализ возможности применения распределенной генерации на основе возобновляемых источников энергии в мегаполисах России и дана оценка потенциала ВИЭ с единицы поверхности для мегаполисов. Сделан вывод об эффективности применения генерации, функционирующей на свалочном газе.

Во второй главе приведены особенности и описана технология добычи и использования свалочного газа. Рассмотрена методика оценки зависимости параметров ГПУ от параметров используемого газа и создана укрупненная карта такой зависимости, которая может использоваться для предварительной оценки эффективности проекта. В настоящее время отсутствуют готовые решения и методики по оценке зависимости параметров ГПУ от параметров используемого газа, поэтому разработка такой методики является актуальной задачей.

Третья глава посвящена исследованию эффективности применения электромагнитного вариатора (ЭВ) для обеспечения динамической устойчивости электростанции. Исследование электромеханической совместимости параллельной работы генераторов в энергосистеме при сильных возмущающих воздействиях с использованием в составе ГПУ ЭВ показало, что за счет использования ЭВ можно обеспечить устойчивость ГПУ при тех возмущениях в электрической сети, для которых без применения ЭВ или других технических мероприятий устойчивость переходного процесса обеспечить невозможно. Таким образом, ЭВ может считаться эффективным техническим мероприятием для обеспечения устойчивости ГПУ при аварийных возмущениях в сети.

В четвертой главе для исследования режимов работы объекта генерации на свалочном газе в составе ЭЭС в качестве примера рассмотрена электростанция установленной мощностью 1,25 МВт в Новосибирской области. Разработана методика проведения исследования, включающая в себя 7 этапов. Проведенная оценка показала значительную зависимость тарифа от качества газа, что подтверждает ранее сделанные выводы о необходимости

проведения предварительных исследований перед строительством электростанции. Результаты исследования подтвердили эффективность применения объекта генерации на свалочном газе для снижения потерь даже в сети незначительной протяжённости. Технико-экономическая оценка показала, что применение объекта генерации на свалочном газе для выравнивания графика нагрузки электрической сети более чем в пять раз выгоднее применения классической системы накопления энергии при технически сопоставимых параметрах

В Заключении сформулированы результаты диссертационной работы.

2. Степень обоснованности и достоверности научных выводов, положений и рекомендаций

Обоснованность положений и достоверность результатов подтверждаются использованием апробированных методов математического и компьютерного моделирования, апробированных программных средств расчета установившихся режимов, режимов короткого замыкания, переходных процессов в электроэнергетических сетях и системах (программно-вычислительные комплексы *RastrWin*, *Homer Energy*, *MATLAB Simulink*, *RTDS*, АРМ СРЗА) и верификацией полученных результатов путем их сравнения с режимами работы действующей в России электростанции на свалочном газе.

3. Новизна научных результатов

Научная новизна диссертации заключается в разработке оригинальной методики, позволяющей определить эффективность использования объектов генерации на свалочном газе в мегаполисах с точки зрения рациональности использования земельного ресурса и экологичности, в решении комплексной задачи по подключению объектов генерации на свалочном газе к электрическим сетям и обоснованию экономической эффективности такого подключения в зависимости от качества газа.

Доказано положительное влияние объектов генерации на свалочном газе на энергоэффективность распределительной электрической сети за счет снижения электрических потерь и выравнивания графика нагрузки.

4. Практическая значимость работы

Разработанная методика исследования режимов работы ГПУ на свалочном газе в составе электроэнергетической системы позволяет наиболее точно оценить объем необходимых мероприятий и капитальные затраты для строительства объекта генерации на свалочном газе, а также точно оценить экономический и технический эффекты от данного строительства.

Использование разработанных методик, информационных карт, математических моделей и алгоритмов существенно упрощает процесс технико-экономической оценки, принятия решения, строительства и получения выгодного тарифа для генерирующих объектов, функционирующих на свалочном газе, что позволяет существенно увеличить объем такой генерации.

Результаты исследования использованы компанией ООО «ИНПЭС» при выполнении ряда научно-исследовательских работ и проектов.

5. Апробация работы и подтверждение опубликования основных положений работы

Результаты исследований апробированы автором на 6 международных и всероссийских научно-практических конференциях. По результатам исследования опубликовано 6 научных работ, опубликованных в рецензируемых научных журналах и изданиях, определенных ВАК РФ и Аттестационным советом УрФУ.

6. Соответствие диссертации критериям Положения о присуждении ученых степеней в УрФУ

Диссертация А.А. Жидкова на тему: «Развитие принципов применения распределенной малой генерации на свалочном газе» как научно-квалификационная работа в полностью отвечает требованиям 9- 14 Положения о присуждении учёных степеней в УрФУ. На основе разработки новых моделей и методов оценки объектов свалочной генерации автором предложены новые научно обоснованные технические решения.

Диссертация обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты, что свидетельствует о вкладе автора диссертации в науку. В диссертации имеются сведения о практической полезности результатов и рекомендации по использованию научных выводов. Полученные решения и выводы обстоятельно аргументированы и подтверждаются результатами практического внедрения.

7. Основные замечания по работе

7.1. В главе 1 (п.1.2) материал, посвященный истории создания и развития распределенной генерации, не подкреплен ссылками на источники.

7.2. В п. 1.5 диссертации приведен подробный анализ возможности использования потенциала ветровых и солнечных энергоресурсов в мегаполисах. Непонятна цель проведения данного анализа, поскольку, очевидно, что широкое применение ветровых и солнечных электростанций затруднено в условиях плотной городской застройки и дороговизны земли, необходимой для данного типа электростанций.

7.3. В главе 2 следовало бы привести (в виде систематизированной таблицы) примеры зарубежного опыта использования энергоустановок, работающих на свалочном газе.

7.4. В главе 2 (п.2.7) на стр. 88 дается ссылка на технические решения по реализации объектов распределенной генерации в главе 1, которые не приведены.

7.5. Следует пояснить какие допущения были приняты при имитационном компьютерном и математическом моделировании (97, 107 и 116 стр., глава 3,) и как они повлияли на результаты исследований.

7.6. Необходимо обосновать выбор метода расчета нелинейных дифференциальных уравнений с использованием метода Дормана-Принца в *MATLAB Simulink* для анализа переходных процессов (глава 3).

7.7. На стр. 159 диссертации (глава 4) и стр 20 автореферата предлагается для обеспечения возможности ремонта электросетевого оборудования увеличить количество ГПУ с 5 до 8 единиц. При этом возрастут капитальные затраты, а КИУМ ГПУ будет снижен, что приведет к снижению экономической эффективности реализации проекта строительства объекта РГ на свалочном газе. Следует рассматривать возможные технические решения с учетом общих экономических показателей проекта.

7.8. Из текста диссертации и автореферата неясно, запатентованы ли технические решения, предложенные автором.

8. Общее заключение

Представленная диссертационная работа Жидкова Алексея Александровича является самостоятельной, законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится новое научно обоснованное техническое решение задачи создания объектов генерации на свалочном газе, имеющее существенное значение для развития электроэнергетики России. Работа имеет научную новизну, внутреннее единство и практическую значимость.

Содержание диссертации полностью соответствует поставленным задачам и отражает последовательность их решения. В работе сделаны чёткие и аргументированные выводы. Замечания не снижают общей положительной оценки диссертационной работы.

Апробация, публикации и автореферат с достаточной полнотой отражают основное содержание диссертации и полностью соответствуют разработанным в ней теоретическим положениям, научной новизне и их практической значимости.

Диссертационная работа на тему: «Развитие принципов применения распределенной малой генерации на свалочном газе» полностью соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, соответствует требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней в УрФУ, а её автор Жидков Алексей Александрович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.3. Электроэнергетика.

Официальный оппонент

Профессор кафедры «Электроэнергетика, электроснабжение и силовая электроника», Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева», доктор технических наук, профессор

Соснина Елена Николаевна Соснина
2 ноября 2022 г.

Почтовый адрес: 603950, г. Нижний Новгород, ул. Минина, 24.

Тел. +7 (831) 432-91-85

E-mail: sosnina@nntu.ru

Подпись Е.Н. Сосиной удостоверяю:

Ученый секретарь Ученого совета НГТУ

Мерзляков

