

ОТЗЫВ

научного руководителя академика РАН, д.т.н., профессора Алифанова О.М. на диссертационную работу Дудкина К.К. «Контактное измерение плотности внутреннего теплового потока Луны и теплофизических характеристик лунного грунта», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.04.14 «Теплофизика и теоретическая теплотехника».

Квалификационная работа Дудкина Константина Кирилловича посвящена решению двум проблемным научно-техническим задачам: измерение плотности внутреннего теплового потока (ТП) Луны; измерение теплофизических характеристик (ТФХ) лунного грунта.

В процессе выполнения работы автором решен ряд задач, которые подтвердили адекватность предложенных математических моделей, достоверность данных, полученных на их основе, а также эффективность разработанных схем термозондов и способов измерения плотности внутреннего теплового потока Луны и теплофизических характеристик грунта.

В результате решения задач:

- Проведено численное моделирование с анализом достоверности и точности результатов, полученных при использовании различных ранее известных схем термозондов для измерения плотности внутреннего теплового потока Луны, получены сравнительные оценки с учетом влияния собственно зонда на измеряемую величину.

- Проведено численное моделирование, оценивающее достоверность и точность различных ранее известных схем термозондов для измерения ТФХ лунного грунта в естественных условиях, получены сравнительные оценки с учетом влияния собственно зонда на измеряемую величину.

- Проведено численное моделирование измерения ТФХ грунта с использованием солнечного тепла в качестве нагревателя, оценена достоверность получаемых результатов.

- Проведен анализ недостатков существующих методов и тепловых схем термозондов как для измерения плотности теплового потока (ТП) Луны, так и для теплофизических характеристик (ТФХ) лунного грунта. Предложено несколько новых методов и схем термозондов.

- Проведено численное моделирование предложенных схем термозондов для измерения плотности ТП Луны и ТФХ лунного грунта, оценена погрешность влияния конструкции на измеряемую величину, и, как следствие, достоверность и точность получаемых результатов.

- Выбрана принципиально новая схема, позволяющая минимизировать погрешности измерений. Предложен новый метод и схема реализации, которая дает возможность значительно уменьшить погрешности измерения ТФХ. Предложен алгоритм определения ТФХ лунного грунта в соответствии с данной схемой. Оценена точность определения плотности ТП Луны при помощи такой схемы.

Все указанное характеризует актуальность темы диссертации, поскольку на данный момент одной из важнейших научных задач при изучении Луны и теорий ее формирования является понимание ее внутренних термических процессов и характеристик вещества. В настоящее время планируется серия исследовательских экспедиций на Луну. Разработка термозондов на основе представленных в данной работе схем позволит увеличить точность контактных измерений ТФХ лунного грунта и плотности внутреннего теплового потока.

Отмечаю, что выполненная соискателем работа комплексная. Она включает несколько взаимосвязанных частей. В первой части рассмотрен вопрос контактного измерения плотности внутреннего теплового потока Луны. Приводятся результаты измерений различными методами. Сравняются показатели измерений, проведенных дистанционным способом, с измерениями, которые были выполнены одним из контактных методов на поверхности Луны. Рассмотрено

несколько схем как заглубляемых, так и незаглубляемых зондов. Проведено имитационное математическое моделирование их работы и сравнены результаты.

Во второй части рассмотрен вопрос контактного измерения теплофизических характеристик лунного грунта. Также как и в первой части, проведен анализ нескольких схем заглубляемых и незаглубляемых зондов. Выполнено имитационное математическое моделирование их работы и сравнены результаты. Проведен анализ возможности использования солнечного тепла в качестве нагревателя. Выделены схемы зондов, которые имеют наименьшие погрешности при измерениях. Рассмотрена такая проблема, как влияние выбора материала конструкции на погрешность измерений. При измерении теплофизических характеристик этот фактор начинает играть существенную роль.

В третьей части рассматриваются перспективные схемы термозондов как для измерения теплофизических характеристик грунта, так и для определения плотности внутреннего теплового потока. Основным результатом третьей части является разработка новой схемы термозонда высокого сопротивления. Подобный термозонд практически не вносит искажений, связанных с влиянием элементов конструкции на распределение температуры.

По результатам работы подана заявка на патент на изобретение.

По итогам изложенных в работе материалов отмечаю, что научная новизна и практическая значимость диссертационной работы Дудкина К.К. выражается в том, что:

- Впервые комплексно рассмотрена проблема влияния погрешности, возникающей в результате воздействия конструкции термозонда на распределение температуры при измерении ТФХ грунта и внутреннего ТП Луны.

- Предложен новый метод (и схема его реализации) для совместного определения ТФХ лунного грунта и плотности внутреннего теплового потока Луны. При этом погрешности от влияния собственно конструкции термозонда сведены к минимуму. Это подтверждено результатами имитационного численного моделирования.

В целом считаю, что диссертационная работа «Контактное измерение плотности внутреннего теплового потока Луны и теплофизических характеристик лунного грунта» отвечает всем требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Дудкин Константин Кириллович, заслуживает присвоения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.04.14. – «Теплофизика и теоретическая теплотехника».

Научный руководитель:

Заведующий кафедрой «Космические системы и ракетостроение» МАИ, академик РАН, д.т.н., профессор

Подпись Алифанова О.М. заверяю,
Директор дирекции института №6 МАИ



О.М. Алифанов

18.05.21

О.В. Тушавина