

УДК 520.2.01: 520.2.062: 520.224

КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕЛЕСКОПА С ГЛАВНЫМ ЖИДКИМ ЗЕРКАЛОМ

Цыкин Д. Ю., Филиппов Ю. П.

Самарский Региональный Центр для Одаренных Детей, г. Самара

В настоящее время астрономия является всеволновой наукой [1], т.е. в рамках астрономических исследований принимаются и изучаются электромагнитные волны различной длины. Это позволяет получить наиболее полную информацию об исследуемых астрономических объектах. Указанный факт порождает объективную необходимость создания все более совершенных инструментов для приема электромагнитных волн – телескопов. До настоящего времени наиболее востребованными в астрономических исследованиях остаются оптические телескопы, предназначенные для сбора электромагнитных волн видимого диапазона [2].

Стремление ученых разглядеть все более мелкие детали на поверхности (в атмосферах) других небесных тел, открыть новые астрономические объекты, зарегистрировать экстремально слабые источники света [3] порождает объективную необходимость в создании телескопов-гигантов, поскольку телескоп с большим диаметром способен собрать большее количество света и построить более детальную картину.

Однако, на пути создания телескопов со все большим объективом стоят серьезные трудности создания больших параболических зеркал. Большие параболические монолитные зеркала трудны в изготовлении, под действием своего веса способны деформироваться и ухудшать свои оптические свойства. Простой и доступной технологией создания телескопов с большим главным зеркалом является технология создания телескопов с главным жидким зеркалом (ГЖЗ) [4, 5]. Уже сегодня введены в эксплуатацию и полностью функционируют несколько телескопов такого типа: Large Zenith Telescope (2003, $D = 6.0$ м), International Liquid Mirror Telescope (2009, $D = 4.0$ м), ALPACA Telescope (2009, $D = 8.0$ м). В будущем планируется создать такие телескопы как Large Aperture Mirror Array (2018, с диаметром зеркала равным $D = 51.8$ м) и Lunar Liquid Mirror Telescope (после 2050, на Луне, с $D = 100$ м).

В данной работе сформулирован и решен ряд теоретических задач, принципиально необходимых для реализации проекта телескопа с жидким зеркалом. В частности, в данной работе строго доказано, что лишь у параболического зеркала любого диаметра и сферического зеркала с относительным отверстием не более 1:15 отсутствует сферическая аберрация. С использованием механики Ньютона получено уравнение профиля поверхности вращающейся жидкости – уравнение квадратичной параболы. Сформулированы основные требования к жидкостям, предназначенным для жидких зеркал таких телескопов.

В работе вычислены основные оптические характеристики телескопа (увеличение, разрешающая сила телескопа, относительное отверстие, проникающая сила телескопа) с жидким зеркалом, как функции угловой скорости вращения поддона. Выполнен численный анализ основных результатов на примере трех выше указанных телескопов с жидким зеркалом (см. таблицы 1 и 2).

С использованием результатов волновой оптики выполнен расчет интегрального альbedo параболического зеркала как функции угловой скорости вращения. С использованием системы аналитических вычислений Mathematica авторам работы

Таблица № 1.

Телескоп	D , м	$\omega_{\min}^{(1)}, \frac{1}{c}$	$\omega_{\min}^{(2)}, \frac{1}{c}$	$\omega_{\max}^{(1)}, \frac{1}{c}$	$\omega_{\max}^{(2)}, \frac{1}{c}$	$\omega_{\max}^{(3)}, \frac{1}{c}$	$f_{\text{Об}}^{(\min)}$	$f_{\text{Об}}^{(\max)}$
IMLT	4	0.1238	0.3502	0.5537	0.5537	0.6393	16	40
LZT	6	0.1011	0.2859	0.3691	0.3691	0.5220	36	60
ALPACA	8	0.0875	0.2476	0.2768	0.2768	0.4521	64	80

Диаметр и предельные значения угловой скорости и фокусного расстояния для указанных телескопов (жирным шрифтом выделены итоговые минимальные и максимальные значения угловой скорости).

Таблица № 2.

Телескоп	D , м	Γ_{\min}	Γ_{\max}	β , "	\mathcal{R}_{\min}	\mathcal{R}_{\max}	m_{Γ} , м
IMLT	4	400	1000	0.030	1:4	1:10	20.11
LZT	6	900	1500	0.020	1:6	1:10	20.99
ALPACA	8	1600	2000	0.015	1:8	1:10	21.62

Разрешающая способность и проникающая сила телескопов, их предельные значения увеличения и относительного отверстия. удалось получить общее аналитическое выражение для данного параметра. Полученный результат исследован численным образом на примере жидкой ртути и телескопа ILMT.

Библиографический список

1. Кононович, Э. В., Мороз, В. И. Общий курс астрономии. – М.: изд-во УРСС, 2004. – 544с.
2. Cottrell G. Telescopes: A Very Short Introduction (Very Short Introductions). – 1st Edition. – Publisher: Oxford University Press, 144 p.
3. The Design and Construction of Large Optical Telescopes (Astronomy and Astrophysics Library). – Editor: Pierre Bely. – Publisher: Springer, 2003. – 508 p.
4. Жидкий глаз: Телескоп на Луне. – <http://www.popmech.ru/science/6546-zhidkiy-glaz-teleskop-na-lune/>.
5. Создано жидкое лунное зеркало из наноматериала. – <http://www.membrana.ru/particle/11623>.