

А. В. ГОЖИИ

К ВОПРОСУ О ХОДОВЫХ И ПЕРИОДИЧЕСКИХ ОШИБКАХ ВИНТА ОКУЛЯРНОГО МИКРОМЕТРА АСТРОНОМИЧЕСКОГО УНИВЕРСАЛА

Как правило, ходовые и периодические ошибки винтов окулярных микрометров астрономических универсалов определяют в лабораторных условиях либо на специальном приборе — испытателе винтов, либо с помощью коллиматора, имеющего кроме постоянной нити еще вторую, параллельную ей подвижную нить [1]. И в первом, и во втором случаях при исследовании микрометр находится в каком-то одном неизменном положении. Такие условия исследований существенным образом отличаются от условий, в которых работает микрометр в процессе наблюдений. Тем не менее этому факту не придают особого значения. Отношение к вопросу исследования винта микрометра, по-видимому, базируется на предубеждении, что ходовые и периодические ошибки винта не должны зависеть от его расположения в пространстве.

Однако в процессе исследований винта окулярного микрометра АУ 2"/10" № 3214 было замечено нечто иное, а именно: определенные при различных положениях микрометра значения периодических ошибок винта заметно различаются между собой. Последнее обстоятельство заставило нас предпринять серию определений периодических ошибок винта указанного микрометра при различных положениях коробки микрометра в пространстве. Положения коробки микрометра определялись через зенитные расстояния $z_{ов}$ оси винта. За положительное направление оси винта микрометра было принято направление к счетному барабану. Зенитным расстоянием $z_{ов}$, отсчитанным от направления отвесной линии по ходу часовой стрелки, приписывался знак «плюс», а зенитным расстоянием, отсчитанным от направления отвесной линии против хода часовой стрелки — знак «минус». Таким образом, если ось винта вертикальна, а счетный барабан расположен сверху, то $z_{ов}=00^\circ$. При горизонтальном положении оси винта $z_{ов}=+90^\circ$, если счетный барабан справа, и $z_{ов}=-90^\circ$, если он слева.

Исследования периодических ошибок винта окулярного микрометра АУ 2"/10" № 3214 производились по способу Ридберга. Измеряемый интервал (1/4 оборота винта) задавался с помощью специального микроскопа для зенит-телескопа Цейсса. Подробное описание этого микроскопа приведено в работе [4]. Крепление микроскопа на месте окуляра исследуемого микрометра, а также перемещение микроскопа вдоль оси винта осуществлялись с помощью специального приспособления. Периодические ошибки винта были определены для трех разных положений коробки микрометра ($z_{ов}$ равно $+90^\circ$, 00° и -90°) по программе и в объеме, рекомендуемым руководством [1]. Полученные кривые поправок за периодические ошибки винта представлены на рис. 1. По оси абсцисс

отложены значения десятых долей оборота винта, а по оси ординат — значения поправок за периодические ошибки винта в десятитысячных долях оборота. При рассмотрении рис. 1 легко заметить, что полученные кривые поправок не совпадают между собой. На отдельных участках оборота расхождения между кривыми достигают 0,004 оборота винта. Какая из кривых наиболее достоверно характеризует периодические ошибки винта, сказать трудно.

С целью выяснения возможной причины замеченного явления стандартные пружины рамки микрометра были заменены сначала более жесткими, а затем менее жесткими пружинами. После каждой такой замены производились определения периодических ошибок винта при трех

разных положениях микрометра. Характер кривых поправок за периодические ошибки винта после указанных замен пружин резко менялся, однако различие между кривыми, полученными с одним типом пружин, но при различных положениях микрометра сохранялось. При тщательном осмотре исследуемого микрометра удалось заметить наличие люфта рамки в ее направляющих. После частичного устранения люфта была проведена новая серия определений ошибок винта в трех положениях микрометра ($z_{ов} = +90^\circ, 00^\circ, -90^\circ$). Правда, на этот

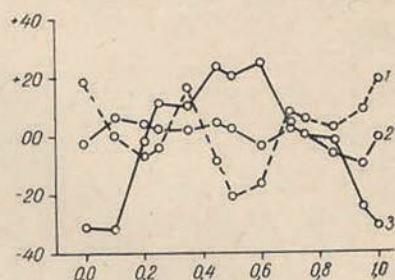


Рис. 1. Кривые поправок за периодические ошибки винта окулярного микрометра АУ 2''/10'' № 3214, полученные при положениях микрометра: 1 — $z_{ов} = +90^\circ$, 2 — $z_{ов} = 00^\circ$, 3 — $z_{ов} = -90^\circ$.

раз определялись не только периодические, но и ходовые ошибки винта. Результаты определений показали, что частичное устранение люфта рамки в ее направляющих привело к заметному уменьшению расхождений между кривыми поправок за периодические ошибки винта для разных положений микрометра. Что же касается кривых поправок за ходовые ошибки винта для разных положений микрометра, то обнаружилось, что они тоже не совпадают между собой. На отдельных участках винта различия между кривыми поправок достигают 0,003 его оборота.

Чтобы установить, характерна ли зависимость ходовых и периодических ошибок винта микрометра от его расположения в пространстве только окулярному микрометру АУ 2''/10'' № 3214 или же она свойственна подобному типу окулярных микрометров вообще, было предпринято исследование ходовых и периодических ошибок винтов окулярных микрометров У-5'' № 1203, 1013, 1183 и АУ 2''/10'' № 10142, 10052. Как и раньше, исследования производились в трех положениях микрометра ($z_{ов} = +90^\circ, 00^\circ, -90^\circ$) по программе и в объеме, рекомендуемым руководством [1]. Оказалось, что периодические ошибки указанных микрометров практически не зависят от расположения оси винта в пространстве. То же можно сказать и о ходовых ошибках винтов окулярных микрометров У-5'' № 1013 и АУ 2''/10'' № 10052. Что же касается ходовых ошибок винтов окулярных микрометров У-5'' № 1203, 1183 и АУ 2''/10'' № 10142, то их зависимость от расположения оси винта в пространстве проявляется достаточно ясно. Так, например, по данным исследования, можно заключить, что в положении $z_{ов} = 00^\circ$ ходовые ошибки винта окулярного микрометра У-5'' № 1203 отсутствуют, тогда как в положении $z_{ов} = -90^\circ$ на 2 и 18 оборотах винта они достигают 0,008 оборота. Как пример для иллюстрации неустойчивости ходовых ошибок винта при изменении положения микрометра в пространстве кривые поправок за ходовые ошибки винта окулярного микрометра

У-5" № 1203 для трех разных положений приведены на рис. 2. По оси абсцисс отложены значения целых оборотов винта, а по оси ординат — значения поправок за ходовые ошибки винта в десяти тысячных долях оборота. О величине расхождений между кривыми поправок за ходовые ошибки винтов других исследованных микрометров можно судить по данным табл. 1, в которой приведены значения разностей Δ поправок за ходовые ошибки винта на 2 и 18 оборотах для разных положений микрометра в пространстве. Разности Δ (в десяти тысячных долях оборота винта) вычислялись в смысле «значение поправки, снятое из сглаженной кривой поправок, на данном обороте в положении $z_{ов} = +90^\circ$ или -90° минус значение поправки, снятое из сглаженной кривой поправок, на этом же обороте в положении $z_{ов} = 00^\circ$ » и обозначались $\Delta(+90-00)$ и $\Delta(-90-00)$ соответственно. По абсолютной величине значения разностей Δ для микрометров У-5" № 1203, 1183 и АУ 2"/10" № 3214, 10142 намного превышают значения соответствующих сумм среднеквадратических отклонений δ отдельных точек несглаженных кривых поправок за ходовые ошибки винта от таковых сглаженных, что свидетельствует о неслучайном характере происхождения этих разностей. Значения среднеквадратических отклонений

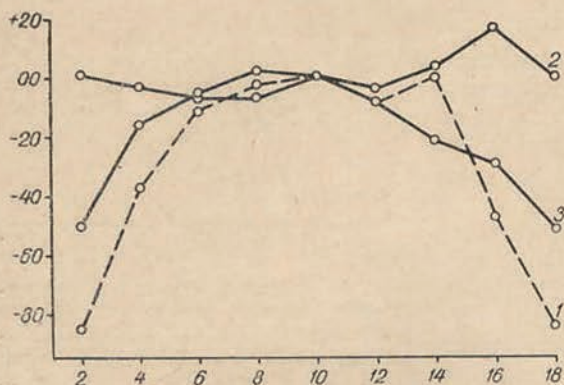


Рис. 2. Кривые поправок за ходовые ошибки винта окулярного микрометра У-5" № 1203, полученные при положениях микрометра:

1 — $z_{ов} = +90^\circ$, 2 — $z_{ов} = 00^\circ$, 3 — $z_{ов} = -90^\circ$.

δ для каждой полученной кривой поправок приведены во второй половине таблицы. При осмотре окулярных микрометров У-5" № 1203, 1183 и АУ 2"/10" № 10142 в каждом из них обнаружен заметный люфт рамки в ее направляющих.

Таким образом, ходовые ошибки винтов четырех из шести исследованных микрометров не остаются постоянными при изменении расположения оси винта в пространстве. Для одного из шести исследованных окулярных микрометров такое же явление наблюдается и в отношении периодических ошибок винта. Какой-либо определенной закономерности этих изменений нам установить не удалось. Однако было выяснено, что изменения ходовых ошибок винта при изменении положения микрометра в пространстве присущи тем окулярным микрометрам, у которых имеет место люфт рамки микрометра в ее направляющих. Очевидно, он-то и является одной из основных причин, способствующих изменению характера ошибок винта при изменении расположения микрометра в пространстве. Дело в том, что при наличии люфта рамки в направляющих следует ожидать заметного увеличения влияния на характер взаимодействия между рамкой и винтом, а, стало быть, и на характер ошибок винта, других факторов, которым в той или иной мере обязаны своим происхождением ошибки винта вообще. Для некоторых типов окулярных микрометров в качестве таковых факторов называют не правильности направляющих, неправильности гайки и винта, их износ, качение рамки вследствие несовпадения оси винта с осью его вращения, перекося рамки из-за бокового положения пружины рамки и т. д. [2, 3]. Несомненно, что характер ошибок винтов окулярных микрометров АУ и У-5" тоже определяется влиянием указанных факторов. Правда, в

**Значения разностей поправок за ходовые ошибки винта,
полученных при разных положениях микрометра,
и значения среднеквадратических отклонений δ
для каждой кривой поправок**

Микрометр	2-й оборот		18-й оборот		δ_{+90}	δ_{00}	δ_{-90}
	$\Delta_{(+90-00)}$	$\Delta_{(-90-00)}$	$\Delta_{(+90-00)}$	$\Delta_{(-90-00)}$			
У-5" № 1203	-80	-45	-90	-58	± 6	± 5	± 2
У-5" № 1013	+16	+22	+14	+22	4	3	3
У-5" № 1183	+56	+78	+8	+1	7	5	17
АУ 2"/10" № 3214	+20	+40	+12	+37	5	2	9
АУ 2"/10" № 10052	-23	-20	-10	-10	5	9	7
АУ 2"/10" № 10142	-33	-43	-31	-43	3	1	1

окулярных микрометрах инструментов АУ и У-5" две пружины рамки расположены симметрично относительно винта и имеют одинаковую жесткость. Тем не менее это не может обезопасить от перекосов рамки в любых положениях микрометра, поскольку пружины рамки несут одинаковую нагрузку только в том положении микрометра, когда $z_{0в} = 00^\circ$. В любом другом положении нагрузка на пружины рамки будет неодинакова из-за различного воздействия на верхнюю и нижнюю пружины трения и собственного веса рамки. А можно ли ожидать, что при изменении расположения микрометра в пространстве влияние перечисленных выше факторов на характер взаимодействия между рамкой и винтом и, естественно, на характер ошибок винта остается неизменным? Скорее наоборот. При наличии заметного люфта рамки в направляющих, неправильностей направляющих, неправильностей и износе гайки и винта, неодинаковой нагрузки на пружины, разной не только для разных положений винта в пространстве, но и для разных участков винта, трудно ожидать неизменности характера взаимодействия между рамкой и винтом при изменении расположения микрометра в пространстве. По-видимому, то же можно сказать и об ошибках винта. Принимая во внимание сказанное, а также то, что люфты подвижных частей в той или иной мере присущи всем окулярным микрометрам и с увеличением срока эксплуатации микрометра они прогрессируют, есть основание говорить о необходимости более строгого подхода к вопросу исследований ходовых и периодических ошибок винтов окулярных микрометров астрономических универсалов. Указанные исследования должны производиться при различных положениях коробки микрометра в пространстве, то есть в условиях, достаточно приближенных к условиям эксплуатации микрометров в процессе наблюдений. Поскольку задача даже приближенного определения закономерностей изменений ходовых и периодических ошибок винта с целью учета этих изменений в результатах наблюдений чрезвычайно трудоемка (угол $z_{0в}$ при таких определениях необходимо изменять от -90° до $+90^\circ$ хотя бы через 15°), то в процессе исследований ошибок винта представляется целесообразным решать более узкую задачу — установить, изменяются или не изменяются ошибки винта вообще, чтобы иметь возможность судить о качестве микрометра. Для указанной цели, как нам кажется, вполне достаточно провести исследования ошибок винта микрометра по программе и в объеме, рекомендованным руководством [1], в трех разных положениях микрометра в пространстве. Устойчивость ходовых и периодических ошибок винта при разных положениях микрометра должна рассматриваться как показатель хорошего качества микромет-

ра. Если же в процессе исследований будет обнаружено, что ходовые или периодические ошибки винта изменяют свой характер при изменении положения микрометра в пространстве, то, по-видимому, такой микрометр не следует применять в тех случаях астрономических определений, которые требуют учета ошибок винта микрометра.

ЛИТЕРАТУРА

1. Колупаев А. П., Мауерер В. Г., Старостин А. М. Практическое руководство по геодезической астрономии, Тр. ЦНИИГАиК, вып. 148, М., 1962.
2. Конин В. В. К вопросу о происхождении периодической ошибки винта микрометра. Известия астрономической обсерватории Одесск. ун-та, т. II, вып. 11, Одесса, 1952.
3. Подобед В. В. Об исследовании ходовых ошибок микрометра. Астрон. журнал, 28, № 1, 1951.
4. Попов Н. А. Большой полтавский зенит-телескоп и наблюдения на нем в 1939—1940 гг., Тр. Полтавской гравиметрической обсерватории, т. III, Киев, 1950.

Работа поступила
1 апреля 1969 года.